

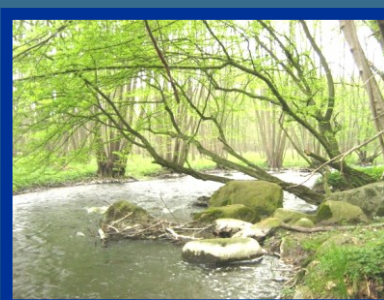
REPORT

INTEGRATION DES KLIMAWANDELS IN DIE ÖKONOMISCHEN ANALYSEN NACH EUROPÄISCHER WASSERRAHMENRICHTLINIE

Literaturrecherche und Analyse der Bewirtschaftungspläne von
18 deutschen und europäischen Flussgebietseinheiten

Martin Hirschnitz-Garbers, Jennifer Möller-Gulland, Ulf Stein,
Jenny Tröltzsch, Johanna von Toggenburg

RADOST-Berichtsreihe
Bericht Nr. 17
ISSN: 2192-3140



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

KLIMZUG
Klimawandel in Regionen

Kooperationspartner



Büro für Umwelt und Küste, Kiel
BFUK



Leibniz-Institut für Gewässer-
ökologie und Binnenfischerei,
Berlin
IGB



Geographisches Institut der
Christian Albrechts-Universität
zu Kiel
CAU



Leibniz-Institut für Ostseefor-
schung Warnemünde
IOW



Coastal Research & Management

Coastal Research &
Management, Kiel
CRM



Institut für ökologische Wirt-
schaftsforschung, Berlin
IÖW



Ecologic Institut, Berlin
(Koordination)
Ecologic



Landesbetrieb Küstenschutz,
Nationalpark und Meeres-
schutz Schleswig-Holstein,
Husum
LKN



EUCC – Die Küsten Union
Deutschland, Warnemünde
EUCC-D



Landesamt für Landwirt-
schaft, Umwelt und ländliche
Räume Schleswig-Holstein
LLUR



GICON – Großmann Ingenieur
Consult GmbH – Niederlassung
Rostock
GICON



Staatliches Amt für
Landwirtschaft und Umwelt
Mittleres Mecklenburg

Staatliches Amt für
Landwirtschaft und Umwelt
Mittleres Mecklenburg
StALU MM



H.S.W. Ingenieurbüro
Gesellschaft für Energie und
Umwelt mbH, Rostock
HSW



Johann Heinrich von
Thünen-Institut,
Bundesforschungsinstitut für
Ländliche Räume, Wald und
Fischerei, Braunschweig
TI



Helmholtz-Zentrum Geesthacht,
Zentrum für Material- und
Küstenforschung
HZG



Technische Universität
Hamburg-Harburg,
Institut für Wasserbau
TUHH



Institut für Angewandte
Ökosystemforschung,
Neu Broderstorf
IfAÖ



Universität Rostock,
Fachgebiet
Küstenwasserbau
URCE

REPORT

INTEGRATION DES KLIMAWANDELS IN DIE ÖKONOMISCHEN ANALYSEN NACH EUROPÄISCHER WASSERRAHMENRICHTLINIE

Literaturrecherche und Analyse der Bewirtschaftungspläne von
18 deutschen und europäischen Flussgebietseinheiten

Martin Hirschnitz-Garbers

Jennifer Möller-Gulland

Ulf Stein

Jenny Tröltzsch

Johanna von Toggenburg

Ecologic Institut

RADOST-Berichtsreihe

Bericht Nr. 17

ISSN: 2192-3140

Berlin, März 2013

Inhalt

Zusammenfassung	6
1 Einleitung	8
2 Klimawandelauswirkungen auf die Gewässerumwelt in Deutschland und auf Maßnahmen nach WRRL	10
2.1 Klimawandelauswirkungen auf die Gewässerumwelt in Deutschland	10
2.2 Klimawandelauswirkungen auf Binnenoberflächengewässer	12
2.2.1 Fließgewässer und Ästuare	12
2.2.2 Stillgewässer	15
2.3 Klimawandelauswirkungen auf Küstengewässer	16
2.4 Klimawandelauswirkungen auf das Grundwasser	19
2.5 Klimawandelauswirkungen und Maßnahmenplanung nach WRRL.....	20
3 Die Rolle ökonomischer Ansätze in der WRRL	22
3.1 Ökonomische Ansätze in der WRRL-Maßnahmenplanung.....	22
3.2 Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit	23
3.2.1 Kosten-Nutzen Analysen	24
3.2.2 Zahlungsunfähigkeit der Betroffenen durch die Maßnahmen	25
3.3 Kosten-Wirksamkeits-Analyse.....	26
3.4 Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten (URK).....	26
3.5 Berücksichtigung des Klimawandels in den ökonomischen Ansätzen	27
3.5.1 No-regret Optionen.....	29
3.5.2 Low-regret Optionen.....	29
3.5.3 Flexible Optionen.....	29
3.5.4 Robuste Optionen.....	30
3.5.5 Klima-Check	30
4 Methodisches Vorgehen	32
5 Ergebnisse aus den Fallstudien	34
5.1 Verwendete ökonomische Analysen	39
5.2 Mögliche Klimawandelauswirkungen.....	41
5.3 Integration von Klimawandel in die ökonomischen Analysen.....	44
6 Implikationen für die ökonomischen Analysen im Rahmen der Umsetzung der WRRL	47

6.1	Klimawandelauswirkungen auf die Baseline.....	47
6.2	Veränderung der Wirksamkeit der Maßnahmen	49
6.3	Die Rolle ökonomischer Ansätze in der WRRL unter Berücksichtigung des Klimawandels.....	51
6.3.1	Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit.....	51
6.3.2	Kosten-Wirksamkeitsanalyse.....	51
6.3.3	Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten (URK)	52
6.3.4	Zusammenfassung zu den ökonomischen Analysen	52
6.4	Veränderung der Ziele	57
6.5	Synergien und Konflikte	57
6.6	Empfehlungen für die Gewässerpolitik	58
7	Literatur	62
8	Anhang 1 – Steckbriefe der untersuchten Fallstudien	71
8.1	Ökonomische Ansätze der WRRL-Maßnahmenplanung in den Bewirtschaftungsplänen der deutschen Ostseeküstenregion	71
8.1.1	Bewirtschaftungsplan für die FGE Eider (Schleswig-Holstein)	73
8.1.2	Bewirtschaftungsplan für die FGE Schlei/Trave.....	78
8.1.3	Bewirtschaftungsplan für das deutsche Einzugsgebiet der FGE Elbe	81
8.1.4	Bewirtschaftungsplan für die FGE Warnow/Peene	84
8.1.5	Bewirtschaftungsplan für den deutschen Teil der IFGE Oder	87
8.2	Ökonomische Ansätze der WRRL-Maßnahmenplanung in den Bewirtschaftungsplänen anderer (europäischer) Regionen	90
8.2.1	Bewirtschaftungsplan für die FGE Donau in Baden-Württemberg.....	90
8.2.2	Bewirtschaftungspläne für die FGE Ems, Meuse, Rhein-Delta und Scheldt (Niederlande) – Zusammenfassung.....	95
8.2.3	Bewirtschaftungsplan für den Southeast River Basin District (England).....	101
8.2.4	Bewirtschaftungsplan für den Scotland River Basin District (Schottland)	105
8.2.5	Bewirtschaftungsplan für das Odense Pilot River Basin (Dänemark).....	110
8.2.6	Bewirtschaftungsplan für die Viru-Peipsi Catchment Area (Estland)	115
8.2.7	Bewirtschaftungsplan für das Daugava River Basin District (Lettland).....	117
8.2.8	Bewirtschaftungsplan für das Lielupe River Basin District (Lettland).....	119
8.2.9	Bewirtschaftungsplan für das Nemunas River Basin District (Litauen).....	121
8.2.10	Bewirtschaftungsplan für das Venta River Basin District (Litauen).....	125
9	Anhang II – Glossar.....	128

Zusammenfassung

Die im Jahr 2000 verabschiedete europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) führt zu einer grundlegenden Neuorientierung der Wasserwirtschaft. Ein Hauptziel der WRRL ist es, einen guten ökologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Dazu sind Maßnahmenprogramme im Rahmen der pro Flussgebietseinheit (FGE) aufzustellenden Bewirtschaftungspläne zu erstellen und umzusetzen.

Sowohl bei der Ermittlung und Auswahl geeigneter Maßnahmen als auch bei der Festlegung möglicher Ausnahmen von den Gewässergütezielen (Fristverlängerung für die Zielerreichung oder weniger strenge Umweltziele) spielen ökonomische Erwägungen eine wichtige Rolle. So ergeben sich aus der Analyse zur Feststellung unverhältnismäßig hoher Kosten, aus Kosten-Wirksamkeits-Betrachtungen und der Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten beispielsweise Argumente dafür, an Stelle von sehr kostenintensiven Maßnahmen kostengünstigere durchzuführen, welche eine ähnliche Wirkung im Sinne der Gewässergüteziele der WRRL entfalten. Des Weiteren erlauben die genannten Analysen, kostendeckende Wasserpreise für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung zu ermitteln.

Der vom Menschen verursachte Klimawandel wird wissenschaftlichen Befunden zufolge die Gewässerumwelt verändern. Steigende Temperaturen, veränderte Abflussregimes und verringertes Wasserdargebot beeinträchtigen die aquatischen Lebensgemeinschaften, die Gewässereigenschaften. Dadurch können sowohl die Erreichbarkeit der Gewässergüteziele als auch die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen in Frage gestellt werden. Ob und in welcher Weise der Klimawandel inzwischen bereits in ökonomische Analysen integriert wird und wie er sich auf deren Ergebnisse auswirkt, wurde mittels Literaturrecherche und Fallstudienanalyse der Bewirtschaftungspläne von 18 deutschen und europäischen Flussgebietseinheiten (FGE), inklusive einzelner telefonischer Interviews mit umsetzenden Institutionen, untersucht.

Aus der Fallstudienanalyse geht hervor, dass in sämtlichen FGE Klimawandelauswirkungen prognostiziert werden, diese jedoch nur in etwa der Hälfte der untersuchten FGE über sogenannte Klima-Checks indirekt in die ökonomischen Analysen einbezogen werden. Durch diese Checks sollen möglichst solche Maßnahmen identifiziert werden, die unter verschiedenen, zukünftig möglichen Klimawandelauswirkungen wirksam (robust) und möglichst kosteneffektiv (no-regret/low-regret) sind. Nur in einem Fall wird ein expliziter Bezug zum Klimathema, allerdings zu Klimaschutz, in die ökonomische Analyse integriert - in die Analyse zur Feststellung unverhältnismäßig hoher Kosten: durch Einbeziehung der Kosten der CO₂-Emissionen, die durch die zu ergreifenden Maßnahmen nach WRRL (z.B. neue Abwasserbehandlungsanlagen) entstehen. Die Integration von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen wurde in vielen FGE bisher nicht direkt thematisiert. In mehreren Fallbeispielen sind solche Aspekte jedoch indirekt in die Maßnahmenauswahl eingeflossen. Dies lässt sich durch die Auswahl solcher Maßnahmen nachweisen, die ökonomisch effektiv (no-regret/low-regret) sind, zu Synergieeffekten führen (win-win) und flexibel an zukünftige Veränderungen angepasst werden können.

Damit erscheint der Klimawandel insgesamt nicht angemessen in den ökonomischen Analysen berücksichtigt, um wirklich zukünftig robuste, no-regret oder flexible Maßnahmen zu identifizieren. Vielmehr entsteht der Eindruck, dass über die ökonomischen Analysen

vornehmlich mit Blick auf die Gegenwart Maßnahmenentscheidungen getroffen werden, die sich in Zukunft als wenig wirksam und kosteneffektiv erweisen könnten.

Daher kommen die folgenden Empfehlungen an die umsetzenden Akteure in Betracht:

- (1) flächendeckend verpflichtende Durchführung der Klima-Checks in allen Flussgebietseinheiten inklusive stärkerer Integration der Ergebnisse in die ökonomischen Abwägungen;
- (2) Verbesserung der Informationslage und Modellaussagen zum Klimawandel inklusive Anwendung partizipativer szenarienbasierter Maßnahmenentwicklung, um gemeinsam zu als legitim wahrgenommenen möglichen zukünftigen Entwicklungen zu gelangen;
- (3) Berücksichtigung der politischen Wahrnehmung und Priorisierung des Themas Klimawandel in Verbindung mit Aufklärung und Information, um darauf hinzuwirken, dass dem Klimawandel eine angemessene politische Priorität bei der Umsetzung der WRRL und der Maßnahmenauswahl eingeräumt wird.

1 Einleitung

Der Klimawandel wird voraussichtlich wesentliche Veränderungen in Gewässern und deren Umfeld auslösen, z.B. werden extremere Abflüsse sowohl bei Niedrig- als auch bei Hochwasser erwartet, die Grundwasserneubildungsrate wird stärker variieren und der Meeresspiegel ansteigen. Diese Klimafolgen haben gravierende Auswirkungen auf die ökologische Qualität der Gewässer.

Im Jahr 2000 wurde die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; Richtlinie 2000/60/EG) verabschiedet, welche als ein Hauptziel hat, den ökologischen Zustand der Gewässer zu verbessern. Im Rahmen der WRRL sind regelmäßig Bewirtschaftungspläne auf Flussgebietsebene anzufertigen, die zielführende Maßnahmenprogramme enthalten. Einen Grundbestandteil der Bewirtschaftungspläne stellt die ökonomische Analyse dieser Maßnahmen dar.

Der vorliegende Bericht untersucht, wie die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels in die ökonomischen Analysen gemäß WRRL integriert wurden. Entscheidende Kriterien für die Auswahl der Maßnahmenprogramme nach WRRL sind sowohl Kosteneffizienz (Art. 11 und Anhang III) als auch die Verhältnismäßigkeit der Maßnahmenkosten (Art. 4(4) und 4(5)). Die Bedingungen zum Erreichen des „guten Zustands“ von Gewässern können sich durch den Einfluss des Klimawandels verändern. Dies muss bei der Bewertung sowohl der Kosteneffizienz als auch der Verhältnismäßigkeit der Kosten berücksichtigt werden. Veränderungen können sich sowohl auf der Kostenseite (durch den potentiell erforderlichen Mehraufwand zur Zielerreichung) als auch auf der Nutzenseite (durch eine Verknappung bestimmter ökologischer Güter) ergeben. Entsprechend erscheint es sinnvoll, die Sensitivität der Auswahlverfahren für Maßnahmen hinsichtlich der zu erwartenden Klimaänderungen zu überprüfen, um Planungssicherheit für die Zukunft zu gewährleisten und möglichst robuste Entscheidungen treffen zu können.

Der Bericht fasst zu erwartende Klimawandelfolgen für Gewässer zusammen und stellt die Grundlagen zur ökonomischen Analyse in der WRRL dar (Kapitel 2 bzw. 3). Der empirische Teil des Berichts untersucht anhand von Fallstudien, welche ökonomischen Analysen gemäß WRRL in den bestehenden Flussgebietsmanagementplänen durchgeführt werden und inwieweit die erwartbaren Klimawandelauswirkungen bei ökonomischen Abwägungen zur Maßnahmenauswahl Berücksichtigung finden bzw. finden könnten (Kapitel 5). Die Analyse umfasst 18 ausgewählte Flussgebietsmanagementpläne aus Deutschland und anderen europäischen Ländern. Neben den Flussgebietseinheiten Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns (Schlei/Trave, Elbe, Warnow/Peene, Oder, Eider) wurden Flussgebietsmanagementpläne aus Baden-Württemberg (Donau), den Niederlanden, dem Vereinigten Königreich Großbritannien und Nordirland, Dänemark, Estland, Lettland und Litauen untersucht.

Aus den Analysen werden Handlungsempfehlungen für die Integration des Klimaschutzes in die ökonomischen Analysen abgeleitet (Kapitel 6). Die Erkenntnisse sind vor allem auf die Belange der umsetzenden Behörden ausgerichtet.

Der Bericht wurde im Rahmen des Projekts „Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste (RADOST)“ angefertigt. Das Thema ist Bestandteil des Fokusthemas „Gewässermanagement und Landwirtschaft“, welches gemeinsam mit den verschiedenen Akteuren Strategien zur Anpassung an den globalen Wandel und zur Optimierung des

Stoffmanagements mit Fokus auf Landwirtschaft und Gewässerschutz erarbeitet. In den Bericht fließen Erkenntnisse aus den RADOST-Arbeitspaketen 1.4.2 – *Konsequenzen des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen für Küstengewässer* und 1.4.3 – *Referenzwerte und guter Zustand der Gewässer in Gegenwart und Zukunft* ein. Bisher liegen aus diesen beiden Arbeitspaketen Veröffentlichungen vorläufiger Ergebnisse sowie Workshopberichte vor.

Aufbauend auf dem vorliegenden Bericht ist eine Diskussion mit den umsetzenden Behörden der Bundesländer Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern geplant. Im weiteren Verlauf des Projekts sollen die Ergebnisse in kurzen Factsheets aufgearbeitet werden.

2 Klimawandelauswirkungen auf die Gewässerumwelt in Deutschland und auf Maßnahmen nach WRRL

Im folgenden Kapitel wird der aktuelle Kenntnisstand der Klimaveränderungen in Deutschland durch eine Literaturanalyse zusammengetragen. Dabei steht weniger die Vollständigkeit der gesammelten Aussagen im Vordergrund als vielmehr ein kurzer Abriss der Klimawandelauswirkungen, die für die Umsetzung der Maßnahmen zur Zielerreichung der WRRL relevant sind.

2.1 Klimawandelauswirkungen auf die Gewässerumwelt in Deutschland

Der aktuelle Kenntnisstand der Klimaveränderungen in Deutschland wurde vom LAWA-Strategiepapier (2010a)¹ zusammenfassend dargestellt und ist mehr oder weniger direkt in die Bewirtschaftungspläne eingeflossen. Danach lassen sich für das gesamte Bundesgebiet folgende Klimaveränderungen bis 2100 ableiten:

- Temperaturanhebung um 1,5 bis 3,5 °C,
- Zunahme der Winterniederschläge um durchschnittlich bis zu 40 %; in einigen Gebieten der Mittelgebirgsregionen von Rheinland-Pfalz, Hessen und der nordöstlichen Landesteile Bayerns möglicherweise sogar um bis zu 70 %
- Abnahme der Sommerniederschläge um bundesweit bis zu 40 % - 55 %; dabei könnte der Nordosten Deutschlands besonders stark betroffen sein.

Durch diese Veränderungen ergeben sich gemäß LAWA (2010a) folgende relevante, z.T. regional unterschiedlich ausfallende Auswirkungen:

- tendenziell niedrigere mittlere monatliche Abflüsse im Sommer und höhere, länger andauernde Abflüsse im Winter,
- teilweise extremere Abflussmengen und damit verbunden zunehmendes Risiko von längeren Niedrigwasserperioden und auch extremeren Hochwasserereignissen,
- Veränderungen der Grundwasserneubildung im Winter (potentielle Zunahme) und im Sommer (sehr wahrscheinlich mitunter deutliche Abnahme), können sowohl zu Vernässungen als auch insbesondere durch länger anhaltende Trockenperioden zur Beeinträchtigung Grundwasser abhängiger Landökosysteme (periodisches oder sogar permanentes Trockenfallen und damit zum Rückgang angepasster einheimischer Arten) führen,
- Anstieg des Meeresspiegels und der Häufigkeit, Intensität und Dauer von Stürmen und Hochwasserereignissen stellen das Küstenmanagement vor große Herausforderungen; dies betrifft einerseits den Küsten- und Hochwasserschutz, aber auch die Folgen von Salzwasserintrusionen ,

¹ LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2010a): Strategiepapier „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“- Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen. Ständiger Ausschuss der LAWA „Hochwasserschutz und Hydrologie (AH)“.

- Zunehmendes Risiko des Trockenfallens von Fließgewässern bzw. des Austrocknens und der Verlandung von Seen aufgrund erhöhter Verdunstung und Änderung des Temperaturregimes,
- Beeinträchtigung der Wasserqualität der Gewässer durch einen vermehrten Eintrag von Abwässern bei Starkregenereignissen und durch kritische Sauerstoffverhältnisse aufgrund von Temperaturanstieg und Niederschlagsabnahme,
- Verschiebung und Einengung bestehender Lebensräume aufgrund einer Wassertemperaturzunahme und damit einhergehender Sauerstoffabnahme, z.B. für Salmoniden, sowie
- potentielle Einwanderung wärmeliebender, gebietsfremder und möglicherweise invasiver Arten, die angepasste einheimische Arten u.U. verdrängen können.

Daraus resultieren sehr wahrscheinlich Auswirkungen u.a. in den wasserwirtschaftlich relevanten Bereichen Küsten- und Hochwasserschutz (Meeresspiegelanstieg, veränderte Sturmintensitäten und Seegangsbelastung, Änderungen in Höhe, Dauer und Häufigkeit von Hochwasserereignissen), Wasserver- und Abwasserentsorgung (u.a. veränderte Grundwasserneubildung, häufigere Starkniederschläge) und Gewässernutzung (Auswirkungen auf Wasserspeichersysteme, Kühlwasser- und Wasserkraftnutzung, die Schiffbarkeit der Gewässer und landwirtschaftliche Bewässerung), sowie auch im Naturschutz und der Gewässerökologie (Rückgang von Niederschlägen und Grundwasserneubildung, Austrocknung, Einwanderung invasiver Arten).

Ein Hauptziel der Wasserrahmenrichtlinie ist das Dokumentieren und Erreichen eines guten ökologischen Zustands von Gewässern. Wenn der ökologische Zustand der Gewässer verbessert wird, bedeutet dies, dass negative anthropogene Einflüsse auf diese Ökosysteme abnehmen. Durch den Klimawandel können sich aber Gewässereigenschaften verändern und dadurch auch menschliche Einflüsse auf die Gewässer veränderte Folgen haben. In welcher Weise sich der Klimawandel auf Gewässerqualität und -ökosysteme auswirken kann, wird im folgenden Abschnitt dargestellt. Veränderungen können dabei für die vier Gewässertypen, die unter die Wasserrahmenrichtlinie fallen unterschieden werden: Binnenoberflächengewässer (Fließgewässer und Stillgewässer), Übergangsgewässer, Küstengewässer und das Grundwasser.

2.1.1 Klimawandelauswirkungen auf Binnenoberflächengewässer

Der Klimawandel führt nach bisherigen Prognosen zu tiefgreifenden Veränderungen der Umwelt- und Lebensbedingungen in den Binnenoberflächengewässern. Der zu erwartende Temperaturanstieg, saisonale Verschiebungen der Niederschlagssituation und eine damit verbundene Änderung der Abflussdynamik können zukünftig die Biodiversität wesentlich mitbestimmen (Thuiller 2007). Die von vielen Autoren (u.a. Lorenz und Graf 2007, Durance und Ormerod 2010, Hering *et al.* 2010) bereits festgestellte deutliche Abnahme der Artenvielfalt vor allem kaltstenothermer² Organismen in Fließgewässern lässt vermuten, dass aquatische Ökosysteme empfindlicher auf die Klimaerwärmung reagieren als terrestrische. Dabei lassen sich unterschiedliche Auswirkungen auf Fließgewässer und Stillgewässer prognostizieren, die im Folgenden zusammenfassend beschrieben werden sollen.

2.1.2 Fließgewässer und Ästuare

Auswirkungen auf physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Für **Fließgewässer** lassen sich grundsätzlich zwei wesentliche Wirkungsketten diskutieren: Zum einen die prognostizierte Zunahme der Temperatur und zum anderen die erwartete Veränderung der Niederschlagsentwicklung. Dieser Veränderungen lassen sich am Beispiel des Rheineinzugsgebiets nachzeichnen. Schwandt (2003) beschreibt für das eine Zunahme des Niederschlags sowie eine Änderung der Abflussverhältnisse, wobei es aber zu deutlichen Variabilität innerhalb der Einzelmonate kommt. Diese Erhöhung geht mit der in den Wintermonaten niedrigeren Evapotranspiration (u.a. Verdunstungsrate durch Pflanzen) einher, die zu einem höheren Abfluss beiträgt.

Auswirkungen auf die Limnofauna

Lorenz und Graf (2007) zeigen am Beispiel Steinfliegen wie sich die Erhöhung der Jahresmitteltemperatur in den Gewässern auswirken könnte und sprechen von möglichen Verlierern und Gewinnern des Klimawandels innerhalb der Limnofauna. Für eine Auswertung europaweiter Daten ergeben sich Gradienten von West nach Ost, bei den Jahresniederschlägen ein Nord-Süd-Gefälle sowie starke regionale Differenzen. Vor allem die Quelltemperaturen sind wahrscheinlich stark von einer Erwärmung betroffen, da sie laut Schwoerbel (2005) ein Abgleich der mittleren Jahrestemperatur der Luft sind.

Haidekker (2004) konnte feststellen, dass vor allem Mittelgebirgsbäche stark von der Quelltemperatur geprägt sind. Das Temperaturregime würde sich abschnittsweise dem eines Mittelgebirgsflusses mit deutlich höheren Durchschnittstemperaturen annähern. Es wären vor allem Epirithralbewohner (Bachoberläufe) betroffen.

Gewinner sind solche Arten, die Unterläufe und untere Flusszonen besiedeln, da sich ihr potentieller Lebensraum deutlich vergrößern wird. Ebenfalls sind diejenigen Arten in ihrer Verbreitung begünstigt, die warmstenotherm und eurytherm sind, also eine weite ökologische Amplitude hinsichtlich ihres Temperaturregimes besitzen (Lorenz und Graf 2007). Daufresne *et al.* (2007) konnten in einer Langzeitstudie zeigen, dass kaltstenotherme

² Alle unterstrichenen Begriffe werden im Glossar erläutert.

Arten im Zuge einer Erwärmung der Gewässer nach und nach durch Arten ersetzt wurden, die weniger anspruchsvoll sind (Generalisten hinsichtlich der Temperatur).

Eine 13-jährige Untersuchungsreihe in Australien hat gezeigt, dass Arten, die kälteres Wasser und höhere Fließgeschwindigkeiten bevorzugen, vom Klimawandel besonders bedroht sind (Chessmann 2009). Durance und Ormerod (2010) zeigen das der Klimawandel zum Aussterben eines kaltstenothermen Alpenstrudelwurms geführt hat. Welcher Klimafaktor der entscheidende für das Aussterben der Art war, konnte nicht ermittelt werden. Die Temperaturerhöhung der Gewässer schien aber eine Schlüsselrolle gespielt zu haben.

Allgemein ist zu erwarten, dass sich unter dem Einfluss der Klimaerwärmung die Lebensräume für Arten verkleinern, die in Gewässern mit geringen Temperaturen vorkommen (u.a. Domisch *et al.* 2011, Chessmann 2009). Nach Pearson und Dawson (2003) können klimatischen Veränderungen die Verbreitung von Arten allerdings nicht nur beschränken, sondern ihnen auch die Möglichkeit geben, weitere, bis dahin unerreichbare Gebiete zu erschließen. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass aufgrund der Art der Landnutzung und von geologischen oder topographischen Bedingungen ein Großteil der Arten nicht in der Lage ist, in für sie geeignete Habitate auszuweichen. Eine wirksame Anpassung der Arten ist aufgrund der rasch voranschreitenden Temperaturänderungen eher unwahrscheinlich.

Grundsätzlich ist das autökologische Wissen hinsichtlich möglicher Auswirkungen von Temperaturveränderungen auf die Wirbellosenfauna noch unzureichend (Heino *et al.* 2009, Hering *et al.* 2010).). Einen guten Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung hat das europäische Forschungsprojekt EUROLIMPACS in einer Datenbank zusammengetragen³.

Bezüglich der Anpassungsfähigkeit von Arten scheint auch die von Hof *et al.* (2011) vermutete phänotypische Variabilität von Populationen eine Rolle zu spielen. Aber auch der Rückzug in mikroklimatische Gunsträume in heterogenen Landschaftsräumen könnten das Überleben sichern. Die Zerstörung möglicher Ausweichhabitate dürfte die Überlebenswahrscheinlichkeit von Arten jedoch stark einschränken.

Durance und Ormerod (2007) konnten in ihrer 25-jährigen Studie über die Auswirkungen des Klimawandels auf das Makrozoobenthos der Oberläufe von Gewässern in Großbritannien zeigen, dass Gewässer sehr sensibel auf Klimaänderungen, insbesondere auf eine Klimaerwärmung reagieren. Die Autoren schätzen, dass es weitere Gefährdungs-/Stressfaktoren im Untersuchungsgebiet gibt, die die Effekte, welche dem Klimawandel zugeschrieben werden, überlagern. Demzufolge ist es unabdingbar, dass der Klimawandel im Zusammenhang mit anderen (anthropogenen) Gefährdungs-/Stressfaktoren (z. B. Habitatzerschneidung, Belastungen wie Versauerung) zu berücksichtigen ist.

³ www.freshwaterecology.eu

Die folgende Tabelle 1 zeigt auf der Grundlage der aktuellen Literatur zusammenfassend die möglichen Effekte der prognostizierten Klimaänderung auf die Limnofauna. Dabei wird ersichtlich, dass je nach regionaler Ausprägung der Klimaszenarien teilweise gegensätzliche Folgen denkbar sind.

Tabelle 1: Mögliche Effekte der Klimaänderungen auf Fließgewässer

Klimasignal	Auswirkungen auf Binnengewässer	Mögliche Folgen auf die Limnofauna
Niederschlagszunahme im Winter	Höhere Abflüsse und maximale Fließgeschwindigkeiten im Winter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsverkleinerungen durch Extremereignisse • Förderung <u>rheophiler</u> Arten
Niederschlagsabnahme im Sommer	Geringere Abflüsse und Fließgeschwindigkeiten im Sommer	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung limnophiler Arten • Populationsverkleinerungen durch Extremereignisse
Erhöhung der durchschnittlichen Lufttemperatur im Sommer und Winter	Erhöhung der Wasser- und v. a. der Quell-/ Oberlauf-temperaturen	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Artenzusammensetzung • Populationsverkleinerungen und Erhöhung des Aussterberisikos kaltstenothermer Arten • Abwanderung kaltstenothermer Arten in höher gelegene Bachregionen (falls möglich) • Ausbreitung von warmsteno-thermen bzw. eurythermen Arten • Zunahme von <u>r-Strategen</u> • Veränderung im Lebenszyklus von Fischen. Verschiebung der Laichzeitpunkte (z. B. Fische, Amphibien)

Quelle: Eigene Darstellung.

Grundsätzlich lassen sich unter Klimawandelbedingungen in **Ästuaren** ähnliche Effekte wie in Bächen und Flüssen ausmachen. Dabei wird sich das hydro- und morphodynamische Regime der Ästuare grundlegend verändern. Zu den wesentlichsten Auswirkungen zählen laut WWF (2008):

- Beschleunigung des Anstieg des mittleren Wasserspiegels und des Tidehubs
- Ausweitung der Reichweite des Tideeinflusses in die Nebenflüsse hinein
- Vergrößerung des Eulitorals (der Wattflächen)
- Zunahme der tiderhythmisch ausgetauschten Wassermassen der Strömungsgeschwindigkeiten und Turbulenzen, des Schwebstoffgehalts, der Sedimentation in den Seitenbereichen
- Zunahme der Flut- und Ebbewege
- Stromauf-Verlagerung der Brackwasserzone
- Vergrößerung der Reichweite und Höhe von Sturmfluten.

Als Folge lassen sich deutliche Arealverschiebungen und die Einwanderung neuer Arten prognostizieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Klimawandel gravierende Veränderungen auf die Fließgewässerlebensgemeinschaften haben wird. Wie schon Durance und Ormerod (2007) in ihrer 25-jährigen Studie über die Auswirkungen des Klimawandels auf das Makrozoobenthos der Oberläufe von Gewässern in Großbritannien zeigen konnten, ist es unabdingbar, dass der Klimawandel im Zusammenhang mit anderen (anthropogenen) Gefährdungs-/Stressfaktoren, wie beispielsweise zunehmendem Schadstoffeintrag durch Landwirtschaft (Düngung), Warmwassereinleitung durch die Kühlung von Kraftwerken oder Habitatzerschneidungen, betrachtet werden muss. Fließgewässer stellen komplexe und dynamische Systeme dar, für die klimawandelbedingte Veränderungen durch die Wissenschaft nicht mit Sicherheit prognostiziert werden können.

2.1.3 Stillgewässer

Auswirkungen auf physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Aus den erwarteten höheren Lufttemperaturen in Deutschland wird ebenfalls der Anstieg der Wassertemperatur in Seen erwartet. Höhere Lufttemperaturen im Winter und geringerer Schneefall führen zu einer geringeren Dauer der Eisbedeckung auf den Gewässern (vgl. Adrian *et al.* 2009). Weitere Effekte ergeben sich aufgrund der geringeren Durchmischung der Seen. Zurzeit findet in den meisten Seen in Deutschland eine Durchmischung zweimal im Jahr im Frühjahr und Herbst statt. Diese Zirkulation gewährleistet eine Verteilung von Nährstoffen und Sauerstoff über die verschiedenen Schichten im Gewässer. Durch die klimatischen Veränderungen, vor allem die Temperaturerhöhung, wird in vielen Seen in Deutschland nur noch eine lange Durchmischungsphase im Winter auftreten. Als Konsequenz wird der Sauerstoff im Gewässer eher aufgezehrt sein (Hering *et al.* 2010).

Weitere Effekte entstehen durch die Veränderung von Niederschlagsmengen. Starkniederschläge bringen eine höhere Menge an Bodenmaterial in Gewässer und führen damit zu einem Eintrag von Schwebstoffen und zu einer zeitlichen Trübung der Gewässer. Die gleichen Effekte bewirkt die erhöhte Bodenerosion durch Wind bei langen Trockenperioden. Diese Wasser- und Winderosion wirkt sich negativ auf die Bodenfruchtbarkeit aus und führt zu einer verstärkten Düngung auf den betroffenen landwirtschaftlichen Flächen. Durch höhere Düngemengen verstärkt sich auch der Nährstoffeintrag in die Gewässer. Weiterführender Effekt aufgrund eines höheren Nährstoffeintrags und einer niedrigeren Sauerstoffkonzentration ist eine stärkere Eutrophierung der Gewässer (vgl. Adrian *et al.* 2009).

Auswirkungen auf die Limnofauna

Die Temperaturerhöhung und längere Trockenperioden wirken sich auf viele Arten in den Gewässern direkt aus. Andere Spezies sind von indirekten Einflüssen, wie Eutrophierung, betroffen. Aber ein Teil der Organismen profitiert auch von höheren Temperaturen und invasive Arten können sich durch die veränderten Rahmenbedingungen in den Gewässern ansiedeln (Hering *et al.* 2010).

Die Populationsdichte verschiedener Arten und damit auch die Artenzusammensetzung kann sich durch die Temperaturerhöhung verändern. Beispielsweise können höhere Temperaturen (insbesondere ab 20 °C) zu einer Verschiebung der Phytoplanktonarten von Diatomeen zu Cyanobakterien und Grünalgen führen. Ebenfalls treten Veränderungen in

jahreszeitlichen Zyklen auf, so wird z.B. die Seeforelle früher im Jahr in ihre Laichgebiete zurückkehren müssen. Darüber hinaus sind die Folgen einer geringeren Durchmischung und höheren Temperaturen, dass sich kaltwasserliebende Fischarten in den unteren Schichten der Seen aufhalten werden, wodurch sich ihre Ernährungsbasis verändert. Temperaturtolerante Arten sowie Arten, die mit der auftretenden Temperatur an Größe zunehmen, haben größere Ausbreitungsgebiete zur Verfügung. Es besteht die Gefahr, dass diese Arten die Dominanz in Gewässern erreichen und sich die Artenzusammensetzung deutlich verschiebt. Darüber hinaus werden diese temperaturtoleranten Arten ihr Vorkommen auf nördlichere Seen und Flüsse ausdehnen. Auch zeitliche Verschiebungen aufgrund der veränderten Temperaturen werden erwartet. Höhere Wassertemperaturen im Winter wirken sich relativ direkt auf einen früheren Start der Diatomeenblüte im Frühjahr aus (Adrian *et al.* 2009, Hering *et al.* 2010, Nixdorf *et al.* 2009).

Die folgende Tabelle 2 zeigt auf der Grundlage der aktuellen Literatur zusammenfassend die möglichen Effekte der prognostizierten Klimaänderung für Seen.

Tabelle 2: Mögliche Effekte der Klimaänderung auf Stillgewässer

Klimasignal	Auswirkungen auf Stillgewässer	Mögliche Folgen auf die Limnofauna
Erhöhung der durchschnittlichen Lufttemperatur im Sommer und Winter	Erhöhung der Wassertemperatur	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Artenzusammensetzung und Populationsdichte • Verschiebung hin zu wärmeliebenden Arten • zeitliche Verschiebung der Frühjahrsblüte
Niederschlagsabnahme im Sommer	Erhöhter Nährstoffeintrag in Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> • Verändertes und geringeres Artenvorkommen

Quelle: Eigene Darstellung.

2.2 Klimawandelauswirkungen auf Küstengewässer

Auswirkungen auf physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Wesentliche Auswirkungen des Klimawandels auf Küstengewässer sind:

- der Anstieg der Wassertemperatur und darauf folgend die Veränderung der Meeresströmungen,
- der Anstieg des Meeresspiegels und der
- Anstieg des pH-Werts.

Für das Wasser der Ostsee wurden im Rahmen des RADOST-Projekts Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse der Emissionsszenarien A1B und B1 zeigen einen möglichen Anstieg der Oberflächentemperatur um ein bis vier Kelvin in der Periode 1961 bis 2100 (Neumann 2010). Weiterhin folgen eine Abnahme des Salzgehalts und eine geringere Eisbedeckung im Winter.

UBA (2009) leitet weitere Veränderungen verschiedener physikalischer Faktoren, wie Dichte, Meeresströmungen und ansteigender Meeresspiegel ab. Die Dichte des Meerwassers wird, auch mit Folgen für Meeresströmungen, neben der thermischen Ausdehnung auch durch verstärkte Süßwasserzufuhr beeinflusst. Häufigere und stärkere Niederschläge und erhöhte

Schmelzwassermengen verdünnen das Meerwasser und verändern somit auch den Salzgehalt.

Der Meeresspiegelanstieg wird durch zwei Prozesse gefördert: Als erstes führt der Anstieg der Wassertemperatur zu einer geringeren Dichte und einer Volumenausdehnung. Als zweites wird zusätzliches Schmelzwasser durch das Abschmelzen von Gletschern und Eisschilden in das Meerwasser eingebracht. Es wird ein Anstieg des globalen Meeresspiegels (laut IPCC: 20 bis 80 cm zum Ende des Jahrhunderts) erwartet. Im Falle der Ostsee wird dieser Anstieg aber überlagert von Landsenkungen und -hebungen. Im Ostseesüdufer werden Meeresspiegelaufstiege erwartet, am nördlichen Ufer (z.B. in Schweden) könnte der Meeresspiegelanstieg jedoch teilweise von natürlicher Landhebung kompensiert werden (BACC Author Team 2008). Von den Auswirkungen sind besonders Flussdeltas, tiefliegende Küstenebenen und Strände betroffen.

Auswirkungen auf die Limnofauna

Die vorhergesagten höheren Wassertemperaturen der Ostsee und eine Abnahme des Salzgehalts hätten einen großen Einfluss auf die Ostseeflora und -fauna. Hiervon wäre das gesamte Ökosystem von Bakterien bis hin zu kommerziell genutzten Fischarten wie dem Dorsch betroffen (BACC Author Team 2008). Erste Auswirkungen der höheren Wassertemperaturen auf die Bestandsdichte von Fischen wurden bereits untersucht. Poertner und Knust (2007) stellten fest, dass die wärmebedingte Sauerstofflimitierung der Aalmutter sich auf deren Bestandsdichte auswirkt. Da verschiedene Arten und Organismengruppen unterschiedlich auf die Klimaerwärmung reagieren, kann es zu Populationsverschiebungen kommen, die bestehende marine Nahrungsnetze verändern. Räumliche Verschiebungen wurden anhand von Krebsarten vor Helgoland festgestellt, die im Atlantik verbreitete Art ersetze die heimische Krebsart. Daraufhin verschob sich auch das Verbreitungsgebiet des Kabeljaus nordwärts (Beaugrand und Brander 2003, Greve und Reiners 1996).

Neben räumlichen Entkopplungen können auch zeitliche auftreten, die Ökosystemstrukturen ebenfalls wesentlich verändern können (UBA 2009). Neumann (2010) prognostizieren für einen Temperaturanstieg in der Ostsee ein früheres Auftreten der Frühjahrsblüte (Phytoplankton-Primärproduktion) im Winter/Frühjahr. Hoppe *et al.* (2008) vermuten, dass es wegen einer Erwärmung der Ostsee zu einem geringeren zeitlichen Abstand zwischen der Frühjahrsblüte und des darauf folgenden Bakterienwachstums (Sekundärproduktion) kommen wird.

Das Auftreten gebietsfremder Arten in einem Ökosystem ist nicht per se schädlich. Allerdings kann es zu einer Verdrängung von heimischen Arten durch invasive Arten kommen, vor allem, da der Klimawandel kaltwasserliebende Arten weniger konkurrenzfähig macht. Allerdings ist schwierig einzuschätzen, ob der Klimawandel die Ansiedlung von nicht-heimischen Arten allein fördert, da auch verschiedene Faktoren wie Nährstoffkonzentration und physikalische Indikatoren, wie z. B. Temperatur und Salzgehalt, zusammenwirken (UBA 2009).

Eine Gefährdung für Küstenregionen besteht durch die veränderte Häufigkeit und Menge des einfließenden Meerwassers, beeinflusst durch einen höheren Meeresspiegel. Untersuchungen zeigen, dass in süßwassergeprägten Küstenseen bereits ein geringes Einfließen von Meerwasser zu Konsequenzen für die Zusammensetzung und Vielfalt von Zooplanktonpopulationen führen kann (Schallenberg *et al.* 2003).

Die stärksten Folgen des Meeresspiegelanstiegs bestehen aber wohl in einem häufigeren Auftreten von Extremwetterereignissen, zum Beispiel Sturmfluten. Dies wird, vor allem auch an der Ostseeküste, zu ausgeprägten Erosionsprozessen führen. Die dadurch auftretenden Schwankungen des Salzgehalts werden voraussichtlich Brackwasserarten, die bereits jetzt an ihrer Salzgehaltstoleranzgrenze leben, gefährden. Arten, die an ein weites Spektrum von Temperaturen und Salzgehalten angepasst sind, haben dann Vorteile. Darüber hinaus wird erwartet, dass Arten mit kurzen Reproduktionszyklen begünstigt sind, da lange Fortpflanzungsphasen Nachteile bei häufig auftretenden Sturmflutereignissen aufweisen (UBA 2009).

Weiterhin wird über eine stärkere Versauerung der Meere durch den Klimawandel diskutiert. Durch den höheren Kohlendioxidgehalt in der Luft wird eine höhere CO₂-Konzentration im Meerwasser vorhergesagt und damit eine Absenkung des pH-Werts. Caldeira & Wicket (2003) führten Berechnungen auf der Basis verschiedener CO₂-Emissionsmodelle durch und stellen fest, dass sich der pH-Wert im Meer bis zum Jahr 2100 zwischen 0,17 und 0,46 Einheiten verringern könnte. Die Folgen eines geringeren pH-Werts sind allerdings noch unklar. Experimente ergaben, dass verschiedene physiologische Veränderungen bei Meeresorganismen erwartet werden können, zum Beispiel Auswirkungen auf die Algenproduktivität, die Reproduktion von Fischen oder Stoffwechselraten des Zooplanktons. Allerdings erfolgten diese Experimente für pH-Werte, die erst nach 2100 prognostiziert werden (UBA 2009).

Tabelle 3: Mögliche Effekte der Klimaänderung auf Küstengewässer

Klimasignal	Auswirkungen auf Küstengewässer	Mögliche Folgen auf die Limnofauna
Erhöhung der durchschnittlichen Lufttemperatur im Sommer und Winter	Erhöhung der Wassertemperatur Veränderungen von Meeresströmungen Erhöhung der Dichte (Meeresspiegelanstieg)	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Artenzusammensetzung, Populationsdichte, Artenverschiebung in nördlichere, kältere Gebiete • Beeinflussung von Nahrungsnetzen • Veränderung der Populationsdichte • Einwanderung von invasiven, wärmeangepassten Arten
Zunahme von Starkniederschlägen und der gesamten Niederschlagsmenge	Meeresspiegelanstieg Veränderung des Salzgehalts Stärkeres Auftreten von Extremereignissen	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Artenzusammensetzung (Begünstigung von Arten mit höherer Salztoleranz, bzw. höherer Toleranz für höhere Temperaturen)
Höherer CO ₂ -Gehalt in der Luft	Höhere CO ₂ -Konzentration im Meerwasser (Versauerung der Meere)	<ul style="list-style-type: none"> • Noch unklar, evtl. Auswirkungen auf Algenproduktivität, Reproduktion von Fischen oder Stoffwechselraten des Zooplanktons

Quelle: Eigene Darstellung.

2.3 Klimawandelauswirkungen auf das Grundwasser

Im Vergleich zu Oberflächengewässern reagieren Grundwässer auf die Verschiebung von Niederschlagsmengen langfristig, d. h. auch Jahre mit einer geringen Gesamtniederschlagsmenge können kompensiert werden. Allerdings führt langfristig eine Nutzung von Grundwasservorkommen über die Grundwasserneubildungsrate hinaus vor allem bei kleinen Grundwasserkörpern zu niedrigeren Grundwasserspiegeln (Euler *et al.* 2009).

Für die Teilregionen Deutschlands sind die Projektionen zur Grundwasserneubildung unter Klimawandel sehr unterschiedlich, teilweise wird von einer Erhöhung, teilweise von einer Minderung der Grundwasserneubildung ausgegangen. Die Ganglinien des Grundwassersstandes zeigen in der Regel jahreszeitliche Schwankungen, die oft von mehrjährigen Fluktuationen überlagert werden und sich periodisch wiederholen. Verschiedene Faktoren sind ausschlaggebend für diese Bewegungen, z.B. der Anteil des Niederschlags, der in den Boden versickert, der Abstand zwischen Gelände und Grundwasser, die Beschaffenheit der Deckschichten über dem Grundwasser und die Größe und der Typ der Hohlräume im Gestein. Hinzu kommt, dass Grundwasserkörper, die der Trink- oder Brauchwasserentnahme unterliegen, natürlich in erheblichem Maße von der Intensität dieser Nutzung beeinflusst werden. Wie oben erwähnt, werden Auswirkungen als Erstes bei kleinen, stark genutzten Grundwasserkörpern erwartet (Euler *et al.* 2009).

Auswirkungen auf physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Der Klimawandel spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit. Bezogen auf Norddeutschland gehört der Salzgehalt des Grundwassers zu den Größen, die vermutlich am deutlichsten die klimabedingten Veränderungen der Grundwasserqualität anzeigen können. Durch eine geringere Grundwasserneubildung und damit einhergehende Veränderungen der Druckverhältnisse im Grundwasserkörper kann es in den sommertrockenen Gebieten Brandenburgs, Mecklenburg-Vorpommerns, Niedersachsens und Schleswig-Holsteins, z. T. auch Nordrhein-Westfalens, zu Salzwasserintrusionen aus salinem Tiefenwasser kommen. Die Intrusion salzhaltigen Tiefenwassers in die oberen Grundwasserkörper mit der Folge eines Anstiegs der Süß-Salzwassergrenze ist insbesondere durch veränderte Druckverhältnisse im Untergrund bedingt (der Druck des oberflächennahen Süßwassers nimmt ab und dies besonders deutlich, wenn in den Sommermonaten aktiv Wasser entnommen wird). Ferner kann in küstennahen Gebieten bei veränderten Strömungsverhältnissen eine Intrusion von Salzwasser aus dem Meer oder den Flüssen stattfinden (vgl. Rohn und Mälzer 2010, Nillert *et al.* 2008, Salzsieder 2007).

Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser können aber nicht nur geogen, durch aufsteigende salzhaltige Tiefenwässer bedingt sein, sondern auch eine Folge punktueller Abwassereinleitungen bzw. von Abwasserverrieselungen, Belastungen aus Deponien oder des Einsatzes von Düngemitteln darstellen (vgl. Landesumweltamt Brandenburg 2007, Nillert *et al.* 2008).

Die genannten Belastungen können aufgrund des Klimawandels noch verstärkt werden. Vor allem in der Landwirtschaft wird noch verstärkter Nährstoffverlust von Böden erwartet. Stärkere Trockenperioden und häufigere bzw. stärkere Extremregenereignisse lassen die Wind- und Wassererosion der Böden weiter zunehmen. Tabelle 4 fasst die dargestellten Ergebnisse zusammen.

Tabelle 4: Mögliche Effekte der Klimaänderung auf Grundwasserkörper

Klimasignal	Auswirkungen auf Grundwasserkörper
Längere, stärkere Trockenperioden	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung der Neubildungsrate des Grundwassers • Erhöhung des Salzgehalts
Anstieg der Lufttemperaturen im Sommer, bzw. Hitzeperioden	<ul style="list-style-type: none"> • Geringere Grundwasserspiegel (durch verstärkte Wasserentnahme)
Längere Trockenperioden und Starkregenereignisse	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung des Salzgehalts (durch verstärkte Nährstoffeinträge)

Quelle: Eigene Darstellung.

2.4 Klimawandelauswirkungen und Maßnahmenplanung nach WRRL

Die Kap. 2.1 bis 2.3 haben gezeigt, dass **Gewässerökosysteme** über den hydrologischen Kreislauf und den Temperaturhaushalt direkt und indirekt mit den möglichen Veränderungen des Klimasystems gekoppelt sind. Von diesen Veränderungen sind voraussichtlich alle Qualitätselemente nach Wasserrahmenrichtlinie betroffen (CIS 2009). Gleichzeitig ist auch bekannt, dass sich Gewässerökosysteme gegenüber Stress bis zu einem gewissen Grad durch eine natürliche Resilienz auszeichnen (z.B. Elliott and Quintino, 2007).

Die Bewertungsverfahren zur WRRL für Fließgewässer konzentrieren sich in erster Linie auf die traditionellen Stressoren (allgemeine Degeneration, Versauerung, Saprobie), wogegen der Klimawandel bisher unberücksichtigt bleibt (Hering *et al.* 2010). Expertengespräche im Rahmen des UBA-Projekts „Evaluierung der Deutschen Anpassungsstrategie – Berichterstattung und Schließung von Indikatorenlücken“ hat ergeben, dass für biotische Faktoren keine abgestimmten und breit getragenen **Bewertungsverfahren** vorliegen. Die in der Wissenschaft diskutierten Verfahren haben den Nachteil, dass der zugrunde liegende Zusammenhang zwischen Veränderungen und der Reaktion der Limnofauna mit vielen Unsicherheiten verbunden ist. Beispielsweise sind nur für wenige Arten Temperaturpräferenzen systematisch getestet.

Innerhalb des **RADOST-Projekts** werden Untersuchungen zu durch den Klimawandel bedingten Veränderungen der Ökosysteme der Ostsee durchgeführt. In diesem Zusammenhang werden auch die für die WRRL abzuleitenden Konsequenzen analysiert. Im Kern geht es dabei um die Frage, ob die Klimaveränderungen neue Grenzwerte für die Gewässerqualität und/oder eine neue Zuordnung der Gewässertypologie notwendig machen (vgl. Schernewski *et al.* 2011). Die Auswirkungen der langsam stattfindenden Veränderungsprozesse auf die Gewässerqualitätswerte und Nährstoffkonzentrationen werden als relativ gering angesehen, so dass voraussichtlich keine Anpassung der Gewässergüteziele erforderlich wird. Durch Veränderungen von Umweltparametern wie Temperatur und Salzgehalt werden sich allerdings Lebensräume in der Ostsee westwärts verschieben, so dass langfristig eine Anpassung der Gewässertypologie der Küstengewässer für wahrscheinlich gehalten wird.

Die innerhalb von RADOST bisher durchgeführten Simulationen mit den Modellen ERGOM und MONERIS zeigen, dass Einflüsse wie eine veränderte landwirtschaftliche Praxis und dadurch veränderte Stofffrachten in den Flüssen bzw. die Umsetzung des Baltic Sea Action Plan wesentlich größere Auswirkungen auf die Küstengewässer haben als der Klimawandel

(vgl. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) 2011).

In Diskussionen zur Festlegung der ersten Bewirtschaftungspläne nach der WRRL wurde teilweise der Klimawandel als Grund dafür herangezogen, dass die Ziele der WRRL nicht im vorgeschriebenen Zeitrahmen erreicht werden können. Gegen eine solche Argumentation spricht jedoch, dass sich der Klimawandel eher langfristig auswirken wird. Die europäische Arbeitsgruppe im Rahmen der Gemeinsamen Umsetzungsstrategie der WRRL (Common Implementation Strategy, CIS) zu „Water Economics“ (WATECO) geht davon aus, dass der Klimawandel erst über einen Zeitraum von mehreren Dekaden signifikante Auswirkungen zeigen wird (WATECO 2009). Der Wasserwirtschaft bleibt also genügend Spielraum, um das Flussgebietsmanagement langfristig und schrittweise auf die veränderten Rahmenbedingungen einzustellen.

3 Die Rolle ökonomischer Ansätze in der WRRL

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist die erste größere Umweltrichtlinie in Europa, in der ökonomische Ansätze in die Umsetzung obligatorisch integriert werden. Sie spielen eine wesentliche Rolle bei der Planung und Auswahl von Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele (Interwies *et al.* 2004).

Vier Artikel der WRRL beschäftigen sich hauptsächlich mit ökonomischen Ansätzen:

Artikel 4 der WRRL legt die ökologischen Ziele, d.h. den „guten Zustand“ für Grund- und Oberflächengewässer und das „gute ökologische Potenzial“ für stark veränderte Wasserkörper fest. Des Weiteren legt dieser Artikel Bedingungen fest, unter denen Ausnahmen für diese Ziele beantragt werden können. Als Gründe werden u.a. wirtschaftliche Rahmenbedingungen (unverhältnismäßige Kosten) anerkannt. Die Implikationen dieses Artikels werden in Kapitel 3.1 weiter analysiert.

Artikel 5 verpflichtet die Mitgliedsstaaten die Merkmale der Flussgebietseinheit darzustellen und die Umweltauswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf den Zustand der Oberflächengewässer und des Grundwassers sowie auch die Wassernutzung einer wirtschaftlichen Analyse zu unterziehen. Erläuterungen hierzu werden in Anhang III der WRRL gegeben.

Artikel 9 legt fest, dass die Mitgliedstaaten unter Einbeziehung der wirtschaftlichen Analyse wie auch unter Berücksichtigung des Verursacherprinzips dafür Sorge zu tragen haben, dass die Kosten der Wasserdienstleistungen⁴ gedeckt werden. Diese Kosten schließen auch umwelt- und ressourcenbezogene Kosten ein. Diese sollen durch eine Wassergebührenpolitik gedeckt werden, die für den Nutzer angemessene Anreize für eine nachhaltige und effiziente Nutzung der Ressource Wasser darstellen.

Artikel 11 (Anhang III) führt die Wahl der Maßnahmen auf Grund von Schätzungen ihrer potentiellen Kosten ein – die kosteneffektivste Kombination sollte gewählt werden.

3.1 Ökonomische Ansätze in der WRRL-Maßnahmenplanung

Mit Bezug auf die WRRL-Maßnahmenplanung sind insbesondere die Artikel 4 und Artikel 11 (Anhang III) anzuwenden.

Artikel 4 spezifiziert die Bedingungen, unter denen Ausnahmen von der Zielerreichung vorgenommen werden können. Ökonomische Überlegungen können als Rechtfertigung dienen, um sowohl einen zeitlichen Aufschub zu erreichen als auch weniger strenge Ziele zu setzen. Andere Begründungen sind technische Undurchführbarkeit oder natürliche Rahmenbedingungen, die die Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie verhindern können. So kann eine zeitliche Befreiung gewährt werden, wenn die Maßnahmen, die notwendig sind, um einen „guten ökologischen Zustand“ vor 2015 zu erreichen, als „unverhältnismäßig teuer“ einzustufen sind. Ziele können abgeschwächt werden, wenn ihre Erreichung, unabhängig von dem Zeitrahmen, unverhältnismäßig teuer ist. Allerdings bleibt

⁴ Die Definition der Wasserdienstleistungen unter Artikel 2 ist jedoch derzeit umstritten.

die praktische Auslegung der Begriffe „unverhältnismäßig teuer“ umstritten. Die zwei wichtigsten Fragen in diesem Zusammenhang sind:

- In Bezug auf welche Referenzkosten werden die entstehenden Kosten als unverhältnismäßig teuer angesehen?
- Ab welchem Schwellenwert werden die Kosten als unverhältnismäßig teuer angesehen?

Die WRRL selbst enthält keine Hinweise zu diesen Fragen, sondern überlässt es den Mitgliedstaaten, dieses Konzept zu untermauern. Einige erklärende Anleitungen zu diesem Thema wurden CIS-Arbeitsgruppen, besonders von der CIS Gruppe WATECO und DG ECO 2, entwickelt. Darüber hinaus wird in einigen Mitgliedstaaten diskutiert, wie dieses Konzept untermauert und durchführbar gemacht werden kann.

Wie oben erwähnt erfordert **Artikel 11** die Auswahl kosteneffektiver Maßnahmen. Es wird jedoch keine Methodik festgelegt, wie dies durchzuführen ist.

Artikel 11 und 4 können in Verbindung miteinander betrachtet werden: Die Maßnahmen müssen kosteneffektiv sein, gleichzeitig gibt es jedoch eine Obergrenze für die zumutbaren finanziellen Kosten. Das bedeutet, dass die Maßnahmen kosteneffektiv und finanzierbar sein müssen.

3.2 Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit

Obwohl für die Feststellung der Unverhältnismäßigkeit eine Prüfung anhand „geeigneter, eindeutiger und transparenter Kriterien“ erfolgen soll, hat noch kein EU-Mitgliedsland einen verbindlichen methodischen Leitfaden zur Beurteilung der Unverhältnismäßigkeit von Kosten in der praktischen Umsetzung der WRRL erstellt (Klauer *et al.* 2007:1). Es gibt jedoch verschiedene Ansätze, die als „work in progress“ beschrieben werden können und in dieser Studie zu illustrativen Zwecken dargestellt werden.

Die CIS-Gruppe WATECO formulierte 2003 einen Leitfaden „Economics and the Environment – The Implementation Challenge of the Water Framework Directive: A Guidance Document“. In diesem Leitfaden werden die folgenden vier Grundsätze genannt, nach denen die (Un-)Verhältnismäßigkeit von Gewässersanierungsmaßnahmen erfasst werden soll:

- a) „Unverhältnismäßigkeit beginnt nicht bereits an dem Punkt, an dem gemessene Kosten den quantifizierbaren Nutzen überschreiten;
- b) Die Abschätzung von Kosten und Nutzen muss sowohl qualitative als auch quantitative Kosten und Nutzen umfassen;
- c) Die Spanne, mit der die Kosten den Nutzen übersteigen, sollte erheblich (appreciable) und statistisch signifikant sein, so dass mit Sicherheit festgestellt werden kann, dass die Kosten den Nutzen überschreiten;
- d) Im Kontext der Unverhältnismäßigkeit kann der Entscheider auch die Zahlungsfähigkeit derjenigen, die durch die Maßnahmen betroffen sind, mit in Betracht ziehen (...)

Die Studie von Klauer *et al.* (2007) interpretiert die oben genannten Grundsätze wie folgt:

Die Punkte a) und b) betonen, dass ein umfassender, volkswirtschaftlicher Kosten- und Nutzenbegriff bei Unverhältnismäßigkeitsüberlegungen zu Grunde zu legen ist. Es sind auch so genannte immaterielle Kosten („intangible costs“) und Nutzen (also solche, für die keine Marktpreise vorliegen) zu berücksichtigen. Punkt c) besagt, dass es nicht ausreicht, Kosten und Nutzen einfach gegenüberzustellen. Aufgrund von Schwierigkeiten bei der Nutzenermittlung wird der Nutzen von Umweltverbesserungen meist unterschätzt. Eine „Sicherheitsmarge“ soll garantieren, dass Ausnahmen nur dann gerechtfertigt sind, wenn die Kosten tatsächlich den Nutzen übersteigen. Der Punkt d) schließlich geht über die enge volkswirtschaftliche Interpretation der Unverhältnismäßigkeit von Nutzen und Kosten hinaus und führt die Zahlungsfähigkeit der finanziell Betroffenen als ein weiteres mögliches Argument auf, um eine Unverhältnismäßigkeit zu begründen.

3.2.1 Kosten-Nutzen Analysen

Kosten-Nutzen-Analysen vergleichen die Kosten und Nutzen verschiedener Maßnahmen und können so zur Abschätzung der Unverhältnismäßigkeit beitragen. Anhand der Analyse kann bestimmt werden, ab wann die Maßnahmenkosten als unverhältnismäßig betrachtet werden und die Ziele der Richtlinie modifiziert werden müssen. Daher können monetäre Bewertungen des Nutzens verbesserter Wasserqualität als Maßstab für die Unverhältnismäßigkeit herangezogen werden.

Laut Klauer *et al.* (2007) sind grundsätzlich für die Bewertung von Nutzen und Kosten zwei Wirkungskategorien zu unterscheiden:

1. Umwelteffekte: Volkswirtschaftliche Bewertung der Umwelteffekte (externe Effekte), Reduktion von Umweltbelastungen = Reduktion von Umweltkosten
 - a) Pekuniäre Effekte: insbesondere externe Umweltkosten, die sich im Markt (bzw. der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung) widerspiegeln, d.h. Schadenskosten oder Vermeidungskosten durch umweltschädigende Aktivitäten. Beispiel: Produktionsausfälle bei umweltbedingten Gesundheitsschäden (aufgrund von Krankheitstagen oder vorzeitigem Tod).
 - b) Nicht pekuniäre Effekte (Wohlfahrtslogik): insbesondere Zahlungsbereitschaften für die Vermeidung von negativen Effekten für Umwelt und Gesundheit (ermittelt über diverse Methoden wie direkte „Stated preference“-Befragungen, Hedonische Preise oder Reisekostenansätze). Beispiel: Zahlungsbereitschaften zur Vermeidung luftschadstoffbedingter Gesundheitsschäden.
2. Wirtschaftliche Effekte: Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte (nach Brutto- und Nettoeffekten zu unterscheiden), Anpassungsprozesse, Kapazitäts- und Innovationseffekte (kurz- und längerfristige Betrachtungsweise), Preis-/Einkommenseffekte.

Zusätzlich gibt es weitere, nicht quantifizierbare Effekte: z.B. nicht quantifizierbare Umweltnutzen.

3.2.2 Zahlungsunfähigkeit der Betroffenen durch die Maßnahmen

Neben der Kosten-Nutzen Analyse können auch die Zahlungsfähigkeit betroffener Kostenträger, das verfügbare Budget sowie auch die Kosten vergleichbarer Maßnahmen an anderen Orten Anhaltspunkte für die (Un-) Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen liefern.

Klauer *et al.* (2007) haben hierzu eine praktikable Methode zur Überprüfung der Unverhältnismäßigkeit von Kosten mit Bezug auf die Zahlungsunfähigkeit der Betroffenen erstellt. Diese basiert auf drei Analyseschritten, nämlich einem ersten Screening, der Prüfung der Belastung nichtstaatlicher Kostenträger wie auch der Prüfung der Belastung des Staates (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Methode wurde an jeweils einem Anwendungsfall zu Nitrat im Grundwasser und zur Durchgängigkeit entwickelt und getestet. So gingen die Methodenentwicklung und empirische Anwendung Hand in Hand und machen diese Methode in der Praxis anwendbar.

Vorprüfung/ Screening	→	Prüfung der Belastung nichtstaatlicher Kosten- träger	→	Prüfung der Belastung des Staates
<i>Kostenverhältnis von Einzelmaß- nahmen in verschiedenen Wasser- körpern</i>		<i>Verursachergerechte Kosten- tragung</i>		<i>Haushaltswirksame Kosten im Verhältnis zum staatlichen Budget</i>
<i>Kosten-Wirksamkeits-Relation von Einzelmaßnahmen in verschiede- nen Wasserkörpern</i>		<i>Anteil der Kosten am durch- schnittlichen Unternehmens- gewinn in einer Branche</i>		<i>Haushaltswirksame Kosten im Verhältnis zum staatlichen Investitionsbudget</i>
<i>Vergleich der Kosten von Maß- nahmenprogrammen in verschie- denen Wasserkörpern</i>		<i>Durchschnittlicher Anteil der Kosten für Gewässerschutz- /Umweltschutzausgaben am Umsatz in einer Branche</i>		<i>Anteil der haushaltswirksamen Kosten am Budget eine Bun- deslandes/Mitgliedsstaates im Verhältnis zum Bundes-/EU- Durchschnitt</i>
<i>Kosten im Verhältnis zu bisheri- gen staatlichen Ausgaben für Gewässerschutz</i>		<i>Kosten im Verhältnis zum durchschnittlichen verfügbaren Haushaltseinkommen</i>		<i>Haushaltswirksame Kosten im Verhältnis zum Bruttoinlands- produkt</i>
		<i>Kostenbelastung der Haushalte durch Gebühren/Beiträge bzw. deren Anteil am Haushaltsein- kommen im Verhältnis zum Bundesdurchschnitt</i>		<i>Anteil der haushaltswirksamen Kosten am BIP im Verhältnis zum Bundes-/EU- Durchschnitt</i>
		<i>Kosten im Verhältnis zu durch- schnittlichen bisher von Un- terhalts-/Ausbaupflichtigen zu tragenden Kosten</i>		<i>Gesamte finanzielle Kosten im Verhältnis zum Bruttoinlands- produkt bzw. dieser Anteil in Verhältnis zum Bundes-/EU- Durchschnitt</i>

Abbildung 1: Übersicht über die Kriterien bei der Prüfung der Unverhältnismäßigkeit der Kostenbelastung

Quelle: Klauer *et al.* (2007). Erklärung der Farben: rot = ungeeignete Kriterien, gelb = bedingt geeignete Kriterien, grün = geeignete Kriterien.

3.3 Kosten-Wirksamkeits-Analyse

Eine Möglichkeit, die Kosteneffektivität zu erfassen, ist z.B. die Kosten-Wirksamkeitsanalyse. Über die Kosten-Wirksamkeits-Analyse werden die kostengünstigsten Maßnahmen ausgewählt und priorisiert, um die Ziele der WRRL zu erreichen.⁵

Bei einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse werden die spezifischen Kosten einer Maßnahme mit einer oder mehreren bestimmten Wirkung(en) miteinander verglichen. Im Gegensatz zur Kosten-Nutzen-Analyse werden die Nutzen hier nicht monetarisiert, sondern werden in physischen Größen beschrieben. Die Feststellung der Wirkungen einer Maßnahme beruht auf einem Vergleich zwischen dem Ist- und Soll-Zustand des Zielgebietes. Dieser Vergleich kann auf verschiedenen Ebenen durchgeführt werden. Müller (2003)⁶ benutzt z.B. drei Maßstabsebenen, um Erfolgskontrollen von Maßnahmen durchzuführen: die objektbezogene Ebene, die flächenbezogene Ebene und den Zeithorizont.⁷ Die Wirkungen der Maßnahme können auf verschiedenen Einheiten beruhen, wobei die Kosten monetär gemessen werden. Die Gewichtung der Wirkungsgrade wird von dem Entscheidungsträger bestimmt (Müller 2003). Die zu berücksichtigenden Kostenkategorien sind bereits im vorherigen Kapitel erläutert worden.

3.4 Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten (URK)

In der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist die Erfassung von Umwelt- und Ressourcenkosten (URK) im Zusammenhang mit der Anwendung des Verursacherprinzips und mit der Einführung von kostendeckenden Preisen für Wasserdienstleistungen angeführt.

Die Ermittlung der Kostendeckung der Wasserdienstleistungen umfasst die Umwelt- und Ressourcenkosten und die Entgelte (Wasserpreise, Abwassergebühren) der Wasserdienstleistungen.

Art. 9 der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) schreibt vor, dass „die Mitgliedstaaten [...] insbesondere unter Zugrundelegung des Verursacherprinzips den Grundsatz der Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen einschließlich umwelt- und ressourcenbezogener Kosten berücksichtigen“ müssen. Außerdem sollen Wasserpreise angemessene Anreize für die effiziente Nutzung der Ressource sichern und das Verursacherprinzip berücksichtigen. Die Anwendung von Art. 9 soll dazu dienen, die Bewirtschaftungsziele (guter Zustand) für Gewässer zu erreichen.

Art. 9 WRRL regelt Ausnahmen der Verursacher- und Kostendeckungsprinzipien. Für diesen Bericht relevant ist die Ausnahme, die den Mitgliedstaaten gestattet den sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen der Kostendeckung sowie den

⁵ Görlach, B. und Interwies, E. (2004). Ermittlung von Umwelt- und Ressourcenkosten nach der Wasserrahmenrichtlinie: die Situation in Deutschland. Endbericht für das F+E-Vorhaben „Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie“, FKZ 202 21 210.

⁶ Müller, J. (2003): Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse als Instrument zum Management von Offenlandpflegemaßnahmen. In: INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM (ATB) (Hrsg.): Sozioökonomische Aspekte zu Perspektiven des Offenlandmanagements. Potsdam-Bornim, S.45-57 (Bornimer Agrartechnische Berichte 33).

⁷ Objektbezogene Ebene: Population, Flora/Fauna, Biozönose, Landschaftsausschnitt; flächenbezogene Ebene: Standort, Schutzgebiet, Naturraum, Großraum (z.B. Europa); Zeithorizont: problem-, objekt- und flächenbezogen variabel.

geographischen und klimatischen Gegebenheiten der betreffenden Region oder Regionen Rechnung zu tragen (Art. 9 Abs. 1 UAbs. 3 WRRL).

Das Konzept der URK wurde durch verschiedene CIS-Arbeitsgruppen (WATECO, DG ECO 2) ausgearbeitet und präzisiert. Umweltkosten sind Kosten für Schäden, die eine Wassernutzung für die Umwelt, Ökosysteme und Personen mit sich bringen. Ressourcenkosten hingegen entstehen durch die Übernutzung derselben infolge einer Nutzung der Ressource Wasser über die natürliche Wiederherstellungs- oder Erholungsfähigkeit hinaus. Nach Meinung der DG ECO 2 entstehen Ressourcenkosten, wenn Wasserressourcen nicht optimal genutzt werden und ein höherer ökonomischer Wert erzeugt werden könnte, indem die Ressourcen alternativen Nutzungen zugeführt würden (Görlach und Interwies 2004). Als Opportunitätskosten entstehen sie auch dann, wenn die Ressource selbst nicht übernutzt wird.

Im Rahmen des ersten Zyklus zur Umsetzung der WRRL wurden Anteile an den Umwelt- und Ressourcenkosten durch Umweltsteuern und Abgaben (z.B. Abwasserabgabe, Wasserentnahmeentgelte) bereits internalisiert. Jedoch findet die Internalisierung in den EU-Mitgliedstaaten in unterschiedlicher Höhe statt.

In Deutschland ist die rechtliche Grundlage für die Abwasserabgabe das Abwasserabgabengesetz (AbwAG) in Verbindung mit Vorschriften im jeweiligen Landeswassergesetz. Die Höhe der Abgabe richtet sich nach der Menge und der Schädlichkeit des Abwassers (oxidierbare Stoffe, Phosphor, Stickstoff, organische Halogenverbindungen, Quecksilber, Cadmium, Chrom, Nickel, Blei, Kupfer, Fischgiftigkeit) und setzt somit das Verursacherprinzip konsequent um. Die Abwasserabgabe wird für Maßnahmen, die der Erhaltung oder Verbesserung der Gewässergüte dienen, verwendet. Außerdem wird der durch den Vollzug entstehende Verwaltungsaufwand gedeckt.

Das Wasserentnahmeentgelt wird für alle Wassernutzungen erhoben, soweit sie der Wasserversorgung dienen. Die Lenkungswirkung des Wasserentnahmeentgelts zielt auf die Abschöpfung eines Sondervorteils, die Ressourcenschonung sowie die Einnahmeerzielung ab. Die Erhebung des Wasserentnahmeentgelts entspricht damit den aus Art. 9 der WRRL resultierenden Vorgaben bezüglich einer am Verursacher- bzw. Nutznießerprinzip orientierten sowie ökologisch-ökonomisch effizienten Bewirtschaftung und Nutzung der Umweltressource Wasser. Das Wasserentnahmeentgelt wird verbrauchsabhängig erhoben. Es bemisst sich nach der entnommenen Wassermenge. In einigen Bundesländern bemisst sich die Höhe des Wasserentnahmeentgeltes konkret nach Herkunft und Menge des Wassers sowie Verwendungszweck. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien gibt es verschiedene Tarife. Am höchsten veranlagt werden Grundwasserentnahmen und Entnahmen zum Zwecke der Trinkwassergewinnung.

3.5 Berücksichtigung des Klimawandels in den ökonomischen Ansätzen

Gemäß Guidance Document No. 24 der Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive⁸ besteht auch unter den Bedingungen des Klimawandels weiterhin die

⁸ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (WATECO) (2009): River Basin Management in a Changing Climate, Technical Report - 2009 – 040, Guidance document No. 24

Notwendigkeit, die ökonomische Analyse und ihre sequentiellen Schritte durchzuführen, um die Erreichung der Gewässergüteziele der WRRL zu unterstützen.⁹ Angesichts des Klimawandels sollten im Rahmen der ökonomischen Analyse jedoch mögliche Auswirkungen und Hemmnisse berücksichtigt werden, die sich durch die veränderten klimatischen Bedingungen ergeben. Das betrifft sowohl die Einführung kostendeckender Wasserdienstleistungen als auch die Beurteilung kosteneffektiver Maßnahmenkombinationen. Hier wird empfohlen,

- Klimawandelauswirkungen in die langfristigen Voraussagen von Wasserangebot und -nachfrage zu integrieren¹⁰ und
- bei der Beurteilung von Maßnahmenkombinationen auch zu berücksichtigen, welche Maßnahmen unter einer Bandbreite möglicher zukünftiger klimatischer Entwicklungen möglichst effektiv – und damit robust – sind.

Sollen unverhältnismäßig hohe Kosten als Ausnahmetatbestände für Fristverlängerungen zum Erreichen der Ziele oder zur Reduzierung der Ziele gemäß Art. 4 WRRL dienen, so sind auch hier die langfristigen Auswirkungen des Klimawandels einzubeziehen. Allerdings sollte der Klimawandel dabei nicht als generelles Argument ins Feld geführt werden, um weniger strenge Ziele zu rechtfertigen. Vielmehr sollte genau überprüft werden, welche langfristigen Auswirkungen auf die Durchführbarkeit¹¹ und Kosten der Zielerreichung zu erwarten sind, um dadurch auch beurteilen zu können, ob die Zulassung von Ausnahmen die langfristige Resilienz der Wasserressourcen gegenüber Klimawandel schmälert. Damit kann es durchaus sein, dass sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis bestimmter Maßnahmen mit der Zeit verändert und die Maßnahmen daher trotz hoher Kosten eher früher als später ergriffen und Ausnahmen gemäß Art. 4 Absatz 4 und 5 folglich abgelehnt werden sollten. Als ein Beispiel kann die Einschränkung der Wasserentnahme für Landwirte angeführt werden: auch wenn den Landwirten dadurch Einkommenseinbußen entstehen, die im Rahmen der ökonomischen Analyse dafür sprechen könnten, diese Maßnahmen nicht zu ergreifen, so wären die Kosten einer zukünftigen Betriebsaufgabe aufgrund eines nicht mehr ausreichenden Wasserdargebots deutlich höher.

Insgesamt erfordert der Klimawandel damit, dass sowohl bei der ökonomischen Analyse kostendeckender Wasserdienstleistungen, als auch zur Auswahl und Beurteilung von Maßnahmen(kombinationen) die möglichen zukünftigen Klimaveränderungen berücksichtigt werden, um sowohl zukünftig wirtschaftliche, als auch vor allem zukünftig effektive und robuste Anstrengungen zu unternehmen. Solche Optionen werden unter den Bezeichnungen **no-regret**, **low-regret**, **flexible** und **robuste** Anpassungen wissenschaftlich diskutiert (s.u.).

http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/management_fin_alpdf/EN_1.0_&a=d.

⁹ Siehe hierzu auch EEA (2007): Climate change and water adaptation issues. EEA Technical Report No 2/2007, available at http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_2.

¹⁰ Der Klimawandel wird bereits im Guidance Document No. 1 „Economics and the environment“ als eine wesentliche Unsicherheit benannt, die im Rahmen der Voraussagen zur ökonomischen Analyse des Wasserangebots und der -nachfrage zu berücksichtigen ist. Siehe WATECO (2003): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document No 1 Economics and the Environment – The Implementation Challenge of the Water Framework Directive. Available at <http://www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/docs/GuidanceDocuments/Guidancedoc1WATECO.pdf>.

¹¹ Siehe hierzu beispielsweise Wilby, R.L., H.G. Orr, M. Hedger, D. Forrow und M. Blackmore (2006): Risks posed by climate change to the delivery of Water Framework Directive objectives in the UK. Environment International, Vol. 32, Issue 8, December 2006, p. 1043-1055.

Für die Identifikation solcher Anpassungen sind jedoch belastbare und möglichst kleinräumig regionalisierte Klimadaten und Projektionen notwendig, an denen es in vielen Regionen noch mangelt.

3.5.1 No-regret Optionen

No-regret Optionen beziehen sich auf Anpassungsaktivitäten an den Klimawandel, die den Unsicherheiten vieler Klimaprognosen Rechnung tragen, indem sie bei einer Bandbreite womöglich eintretender klimatischer Veränderungen entweder Vorteile für andere Zielstellungen und damit positive Nebeneffekte aufweisen bzw. zumindest keine Nachteile bringen und die Entwicklung in anderen Sektoren nicht beeinträchtigen.¹² Nach Hallegatte (2009) führen No-regret-Strategien auch beim Ausbleiben weiterer klimatischer Änderungen zu Vorteilen bzw. eben nicht zu Nachteilen – dies wird in der Regel über Kosten-Nutzen-Analysen bewertet.

3.5.2 Low-regret Optionen

Wenngleich No-regret-Lösungen attraktiv erscheinen, muss der No-regret-Ansatz angesichts der Realität externer Kosten, möglicher Zielkonflikte und der bestehenden Rahmenbedingungen als ein schwerlich erreichbares Ideal angesehen werden. Entsprechende Anpassungen sollten daher sowohl gegenwärtige Entwicklungsprioritäten aufgreifen als auch Anpassungsoptionen für die Zukunft offenhalten, so dass die Kosten der Anpassung möglichst gering gehalten werden können – daher sollten diese Optionen nicht als no-regret, sondern vielmehr als **low-regret** bezeichnet werden.¹³ Mit Low-regret-Anpassungsmaßnahmen wird angestrebt, die entstehenden Kosten möglichst gering zu halten, vorhandene Ressourcen effizient zu nutzen und damit zu synergetischen Anpassungslösungen zu gelangen, die verschiedene Co-Benefits für andere Zielstellungen aufweisen.¹⁴

3.5.3 Flexible Optionen

Flexible und reversible Strategien erlauben ein adaptives Reagieren auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel und helfen damit, den Nutzen im Gegensatz zu weniger flexiblen oder irreversiblen Anpassungslösungen zu erhöhen und die damit verbundenen Kosten zu verringern (Hallegatte 2009). Sollten die Anpassungsmaßnahmen zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr notwendig sein, können sie von da an ohne große Kosteneffekte unterlassen werden. Das trifft beispielsweise auf Versicherungen und Frühwarnsysteme zu, aber auch auf Landnutzungsplanungen, die an neue Informationen (z.B. detailliertere Klimavorhersagen) angepasst werden und u.a. somit aufgrund von Klimawandelprojektionen verbotene Bebauungen in gefährdeten Bereichen nach neuer Informationslage zulassen können (Hallegatte 2009). Ein solches adaptives

¹² Siehe hierzu u.a. Hallegatte, S. (2009): Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change* 19 (2): 240-247 und Heltberg, R., *et al.* (2009): Addressing human vulnerability to climate change: Toward a 'no-regrets' approach. *Global Environmental Change* 19 (1): 89-99.

¹³ Wilby, R. L. und S. Dessai (2010): Robust adaptation to climate change. *Weather* 65 (7): 180-185.

¹⁴ Heltberg, R., *et al.* (2009).

Reagieren ist bei weniger flexiblen Maßnahmen wie beispielsweise Deicherhöhungen kaum möglich, da sie bei zukünftig wegfallendem Bedarf nicht oder nur zu hohen Kosten rückgängig gemacht werden können.

3.5.4 Robuste Optionen

Die vorgenannten no-regret bzw. low-regret Ansätze sowie die flexiblen Ansätze lassen sich nach Wilby und Dessai (2010) im Konzept **robuster** Klimawandelanpassungen integrieren. Danach sollten sich Anpassungen nicht an einem einzigen Klimamodell und dessen Aussagen orientieren, um in Reaktion darauf die beste Anpassungsmöglichkeit zu identifizieren, sondern vielmehr gilt es die Bandbreite an möglichen zukünftigen Klimaveränderungen einzubeziehen und diejenige Anpassungslösung zu selektieren, die gegenüber der Bandbreite an Klimaänderungen am wenigsten anfällig bzw. am robustesten ist.¹⁵ So werden hier Anpassungslösungen bevorzugt, die bei allen Klimaszenarien einen Nutzen zeigen, wie die Ausweisung von Retentionsflächen.

Der Ansatz robuster Klimawandelanpassungen zielt folglich darauf ab, eine verringerte Anfälligkeit sowie erhöhte Offenheit und Wirksamkeit gegenüber einer Vielzahl möglicher zukünftiger Klimaveränderungen mit einer optimalen Anpassungsperformance zu kombinieren bzw. abzuwägen.

Die Identifikation solcher Optionen ist auch eines der Leitprinzipien des „Klima-Checks“, der gemäß CIS-Guidance¹⁶ für alle Maßnahmenprogramme im Rahmen der Bewirtschaftungspläne durchzuführen ist.

3.5.5 Klima-Check

Gemäß CIS-Guidance soll mittels eines Klima-Checks sichergestellt werden, dass die z.T. substantiellen Investitionen und langfristigen Maßnahmen möglichst robust gegenüber den Klimawandelauswirkungen und flexibel sind. Dies soll sicherstellen, dass die Investitionen und Maßnahmen anpassungsfähig gegenüber zukünftigen Klimaveränderungen und den damit einhergehenden geänderten Anforderungen sind und auf lange Sicht nicht zu Fehlinvestitionen werden.

Der wesentliche Schritt des Klima-Checks besteht in einer Sensibilitätsanalyse, bei der die jeweilige Maßnahme vor dem Hintergrund zukünftig erwarteter klimatischer Bedingungen bewertet wird (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Stellt sich eine Maßnahme als sensibel bzw. anfällig heraus, so soll versucht werden, sie soweit anzupassen, dass sie robuster wird. Auf diese Weise sollen diejenigen Maßnahmen identifiziert und angewendet werden können, die unter einer Vielzahl möglicher zukünftiger klimatischer Bedingungen robust und kosteneffektiv sowie gegenwärtig und zukünftig förderlich für die Gewässergüteziele sind.

¹⁵ Siehe hierzu z.B. Dessai, S. und M. Hulme (2007): Assessing the robustness of adaptation decisions to climate change uncertainties: A case study on water resources management in the East of England. Global Environmental Change 17 (1): 59-72 und Lempert, R. J. und M. E. Schlesinger (2000): Robust Strategies for Abating Climate Change. Climatic Change 45 (3): 387-401.

¹⁶ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (WATECO) (2009): River Basin Management in a Changing Climate, Technical Report - 2009 – 040, Guidance document No. 24.

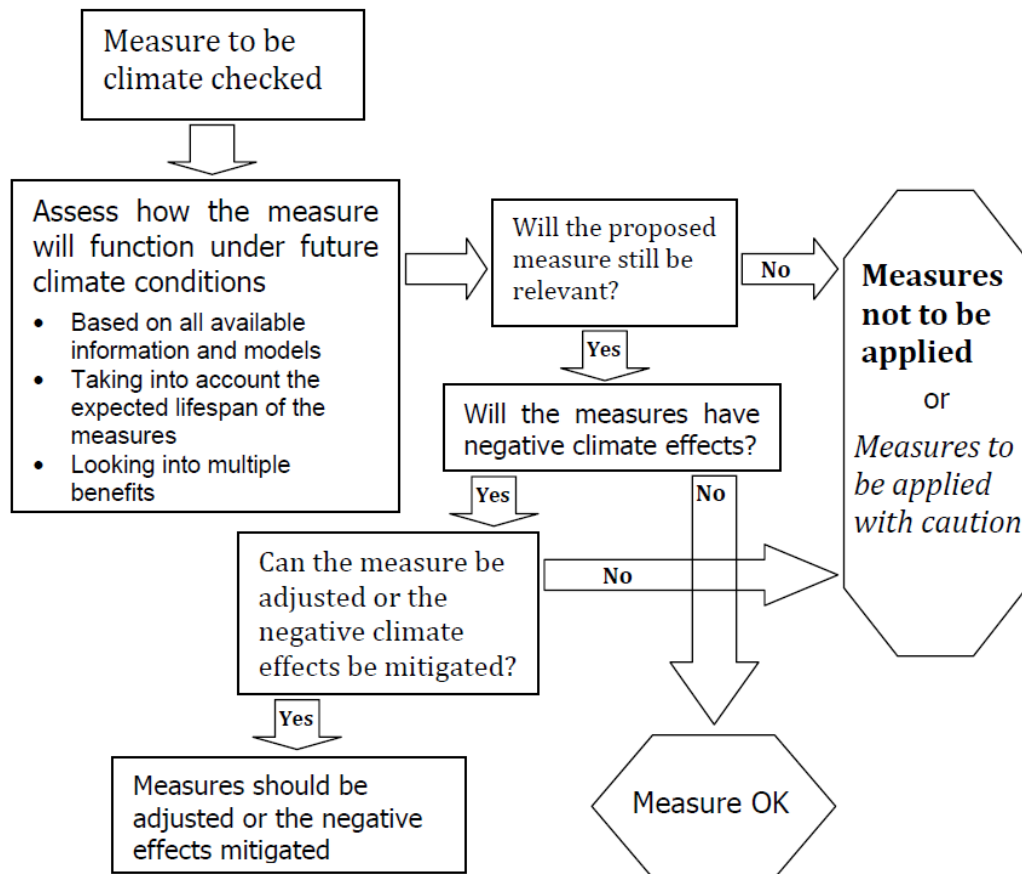


Abbildung 2: Vorgehen zum Klima-Check von Maßnahmen

Quelle: WATECO (2009): S. 65.

Ein solcher Klima-Check soll in allen folgenden Bewirtschaftungsplanperioden ein verpflichtender Bestandteil sein, so dass die Maßnahmenprogramme stets basierend auf den neuesten wissenschaftlichen Befunden klimawandelintegrativ ausgerichtet sind. Dabei sollen jeweils nur solche Maßnahmen den Klima-Check bestehen, die robust gegenüber Klimawandelauswirkungen sind und damit die Belastung durch den Klimawandel verringern helfen.

Um die Vergleichbarkeit der Klima-Checks in den verschiedenen Bewirtschaftungsplanperioden zu gewährleisten und den Klima-Check kontinuierlich verbessern zu können, wird empfohlen den jeweils gewählten Prozess und die verwendete Methodik zu dokumentieren und die Ergebnisse des Checks im Rahmen eines Monitorings zu evaluieren.

4 Methodisches Vorgehen

Die Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen nach WRRL sind bisher noch nicht flächendeckend ausgewertet worden. Diesem Wissensdefizit soll mit der folgenden Fallstudienanalyse begegnet werden. Dabei legt dieser Bericht den Schwerpunkt auf die Identifizierung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheiten, die Möglichkeiten der Verwendung ökonomischer Analysen in Bezug auf die Validierung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen, sowie die Integration von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen. Die Auswertung betrachtet dabei insbesondere die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme.

Die Analyse basiert auf der Annahme, dass die ökonomischen Analysen bereits in den Maßnahmenprogrammen nach WRRL durchgeführt werden müssen, bzw. geplant sind. Schwierigkeiten bei der Auswertung sind jedoch, dass allein bei deutschen Bewirtschaftungsplänen, die Umsetzung, sowohl auf Papier sowie auch in der Praxis, sehr unterschiedlich ausfällt. Zwischen den Bundesländern weisen die Bewirtschaftungspläne sowie die Maßnahmenprogramme teilweise große Unterschiede auf.¹⁷ Die Ansätze, mit denen die Anforderungen der ökonomischen Analyse und damit auch die Integration des Klimawandels in diese Analysen umgesetzt werden, variieren nicht nur innerhalb Deutschlands, sondern auch in den verschiedenen EU-Mitgliedstaaten. Daher werden Fallstudien durchgeführt und Bewirtschaftungspläne der deutschen Ostseeküstenregion sowie anderer europäischer Regionen analysiert, um einen möglichst umfassenden Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten der Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels sowie dessen Auswirkungen auf die ökonomischen Analysen zu erreichen.

Folgende geographische Regionen werden in dieser Studie betrachtet:

- Deutsche Ostseeküstenregion: Schlei/Trave, Elbe, Warnow/Peene, Oder, Eider
- Andere (europäische) Regionen:
 - Deutschland (Baden-Württemberg): Donau
 - Niederlande: Ems, Meuse, Rhein-Delta und Scheldt (Zusammenfassung)
 - UK: Southeast River Basin District, Scotland River Basin District
 - Dänemark: Odense Pilot River Basin
 - Estland: Viru-Peipsi Catchment Area
 - Lettland: Daugava River Basin District, Lielupe River Basin District
 - Litauen: Nemunas River Basin District, Venta River Basin District

Im Hinblick auf das RADOST-Vorhaben, im Rahmen dessen dieser Bericht (Arbeitspaket 1.4.5) entstanden ist, wurden wiederum besonders Ostseeküstenregionen in Betracht gezogen sowie Beispiele aus Ländern berücksichtigt, die keine Ostseeanrainer sind, jedoch

¹⁷ Geiler, N. (2010): Bewirtschaftungspläne nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie im bundesweiten Vergleich, AK Wasser im BBU, GRÜNE LIGA-Seminar, 30.06.2010 Berlin.

inhaltlich einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen leisten.

Die Analyse jeder dieser Flussgebietseinheiten folgt einem einheitlichen Steckbrief (vgl. Tabelle 5), der allgemeine Informationen zur Flussgebietseinheit und zum Bewirtschaftungsplan enthält. Darüber hinaus werden die verwendeten ökonomischen Analysen, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit sowie die Integration von Aspekten des Klimawandels und dessen Auswirkungen auf die ökonomischen Analysen betrachtet.

Tabelle 5: Steckbrief für die Analyse der Bewirtschaftungspläne

Name der Flussgebietseinheit	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	
Zuständige Behörde	
Gewässergüte-Ziele	
Stand der Umsetzung	
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	

Quelle: Eigene Darstellung

Im folgenden Kapitel 5 findet eine zusammenfassende Auswertung der in den Steckbriefen aufgeführten Informationen statt. Im daran anschließenden Kapitel 6 wird die Rolle ökonomischer Ansätze bei der Maßnahmenplanung diskutiert.

5 Ergebnisse aus den Fallstudien

Im Rahmen der Fallstudienanalyse wurden die Bewirtschaftungspläne der im vorangegangenen Kapitel genannten 18 Flussgebietseinheiten (FGE) mittels des ebenfalls dort beschriebenen Steckbriefs analysiert.

Die nachfolgende Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die in den FGE verwendeten ökonomischen Analysen, die möglichen Klimawandelauswirkungen sowie über die Integration des Klimawandels in und die Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen nach WRRL. Im Anschluss daran erfolgt eine textliche Zusammenfassung der in der Tabelle dargestellten Befunde. Die einzelnen Steckbriefe finden sich in Kap. 8 Anhang 1 – Steckbriefe der untersuchten Fallstudien, S. 71 ff.

Tabelle 6: Zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Ergebnisse aus den Fallstudien

FGE	Geographischer Fokus der Analyse	Verwendete ökonomische Analysen*	Mögliche Auswirkungen des Klimawandels **	Integration von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen
Eider	Schleswig-Holstein	AFU, KWA, IURK	a), b)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Schlei/Trave	Schleswig-Holstein / Mecklenburg-Vorpommern	AFU, KWA, IURK	a), b)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation robuster Maßnahmen	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Elbe	Deutsche Einzugsgebiete der internationalen FGE Elbe	AFU, IURK	a), b)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“	nicht thematisiert
Warnow/Peene	Mecklenburg-Vorpommern	IURK	a), b)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation robuster Maßnahmen	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Oder	Mecklenburg-Vorpommern	KWA, IURK	a), b)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation robuster Maßnahmen	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Donau	Baden-Württemberg	KWA, IURK	a), b)	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Ems, Meuse, Rhein-Delta und Scheldt	Niederlande	AFU, KWA	c)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation von no-regret Maßnahmen	nicht thematisiert

Southeast River Basin District	UK	AFU, KWA, IURK	d)	indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation von win-win options, no-regrets/low-regret options und flexible options Berücksichtigung der Kosten von CO ₂ -Emissionen in der AFU	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Scotland River Basin District	UK	AFU, IURK	d)	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Odense Pilot River Basin	Dänemark	KWA	nicht thematisiert	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Viru-Peipsi Catchment Area	Estland	IURK	e)	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Daugava River Basin District	Lettland	KWA, IURK	f)	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Lielupe River Basin District	Lettland	KWA, IURK	f)	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Nemunas River Basin District	Litauen	KWA, IURK	e)	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Venta River Basin District	Litauen	AFU	e)	nicht erkennbar	nicht thematisiert

Quelle: Eigene Darstellung.

* Abkürzungen für die verwendeten ökonomischen Analysen: AFU = Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit, KWA = Kosten-Wirksamkeits-Analyse, IURK = Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten

** Die möglichen Auswirkungen basieren auf nationalen oder z.T. bundeslandweiten Modellaussagen und Prognosen zu klimatischen Veränderungen und können daher teilweise für mehrere FGE Geltung beanspruchen. Die Ausführungen dazu werden jeweils im Anschluss an diese Tabelle in der textlichen Zusammenfassung gemacht. Die Einträge werden zusammengefasst in den folgenden Kategorien:

- a) Klimawandelauswirkungen für Deutschland – siehe Kap. 2.1, S. 13 sowie LAWA (2010a, 2009¹⁸).
- b) für die untersuchten FGE in Deutschland werden in den Steckbriefen über die unter a) genannten Auswirkungen hinaus noch regionalisierte Angaben zu klimatischen Veränderungen und teilweise zu möglichen Klimawandelauswirkungen gemacht.
- c) für die untersuchten niederländischen FGE basieren die Angaben zu klimatischen Veränderungen und möglichen Auswirkungen auf 4 Klimaszenarien des Niederländischen Königlichen Meteorologischen Instituts (KNMI).
- d) für die untersuchten britischen FGE basieren die Angaben auf Klimaprognosen für Großbritannien (UKCP09)¹⁹ und auf regionalisierten Aussagen für Großbritannien nach UKCIP09²⁰.
- e) für die untersuchten estnischen und litauischen FGE basieren die Angaben auf Berichten zu spezifischen Auswirkungen für die jeweilige FGE.
- f) für die untersuchten lettischen FGE basieren die Angaben auf 50 – 100 jährigen Prognosen für Lettland insgesamt.

¹⁸ LAWA (2009): Musterkapitel „Klimawandel“ für die Bewirtschaftungspläne. Ständiger Ausschuss der LAWA „Hochwasserschutz und Hydrologie (AH)“. 3 S.

¹⁹ United Kingdom Climate Projections (UKCP). Siehe Murphy *et al.* (2009), UK Climate Projections Science Report: Climate change projections. Met Office Hadley Centre, Exeter.

²⁰ United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP), siehe <http://www.ukcip.org.uk/>.

5.1 Verwendete ökonomische Analysen

In den betrachteten Bewirtschaftungsplänen werden insgesamt sämtliche drei Arten von ökonomischen Analysen nach WRRL – **Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit (AFU)**, **Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)** und **Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten (IURK)** – verwendet, allerdings je nach untersuchter FGE in unterschiedlichen Kombinationen:

- alle drei ökonomischen Analysen in drei FGE (Eider, Schlei/Trave, Southeast River Basin District);
- AFU und IURK in zwei FGE (Elbe, Scotland River Basin District);
- KWA und IURK in fünf FGE (Oder, Donau, Daugava, Lielupe, Nemunas);
- AFU und KWA in den niederländischen FGE (Ems, Meuse, Scheldt und Rheindelta);
- IURK in zwei FGE (Warnow/Peene und Viru-Peipsi Catchment Area);
- AFU in einer FGE (Venta River Basin District) und
- KWA in einer FGE (Odense).

Dabei kommt im Rahmen der **AFU** in den untersuchten FGE ausschließlich die Kosten-Nutzen-Analyse zum Einsatz – eine Analyse der Zahlungsunfähigkeit der Betroffenen durch die Maßnahmen findet nach Auswertung der Bewirtschaftungspläne in keiner der untersuchten FGE statt.

Im Southeast River Basin District wurden mittels Kosten-Nutzen-Analyse u.a. die Kosten für die Umsetzung der im Bewirtschaftungsplan genannten Maßnahmen für staatliche Stellen und Unternehmen auf 56,4 Mio. £ geschätzt, der Nutzen hingegen auf 9 Mio. £. Der Nutzen wurde anhand der Zahlungsbereitschaft der Haushalte für die ästhetischen Werte und den Erholungswert von biologischer Vielfalt und einer intakten Gewässerumwelt ermittelt.

Zwei Studien bestimmten für das Venta River Basin District die Zahlungsbereitschaft für die Verbesserung der Wasserqualität des Flusses Neris mit dem Ziel eines „guten ökologischen Zustandes“. Die Ergebnisse der Studien variieren zwischen durchschnittlich 0,54 EUR (1,85 LTL) und 1,16 EUR (4,01 LTL) pro Monat pro Haushalt, auch abhängig davon, ob neben der verbesserten Wasserqualität eine Wiederherstellung des natürlichen Flusslaufs angestrebt wird. Dies ist zwischen 0,29 % und ca. 0,36 % des Einkommens der untersuchten Haushalte.

Bei der **KWA** werden unterschiedliche Einzelmaßnahmen einem Variantenvergleich unterzogen, um somit die Varianten, die eine gleiche oder ähnliche Wirkung zeigen, hinsichtlich ihrer Kosten direkt miteinander vergleichen zu können. Im Ergebnis der KWA werden die kosteneffizientesten Varianten ermittelt, um die vorab festgelegten Ziele zu erreichen.

In der FGE Schlei/Trave wird als Beispiel für den Einsatz einer KWA angeführt, dass u.a. für Fließgewässerwasserkörper ein Vergleich des Potentials zur Reduktion stofflicher Belastungen von weitergehenden Abwasserbehandlungsmaßnahmen gegenüber Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffen durch die Vernässung von Niedermooren oder mit Hilfe von Agrarumweltmaßnahmen angewandt werden kann, um dadurch die

kosteneffizientesten Maßnahmenarten für den gleichen Zweck zu ermitteln (z.B. in Euro je eingespartem Kilogramm Phosphor oder Stickstoff). Im Hinblick auf die Ermittlung von Kosteneffizienz wurde bei der Einstufung von Wasserkörpern als erheblich veränderte Gewässer ein Kosten-Schwellenwert festgelegt, unterhalb dessen Kosteneffizienz als gegeben angesehen wird. Dieser Kostenschwellenwert wird mit ca. 245.000 Euro je Gewässerkilometer beziffert – ein Wert, der anhand von Erfahrungen aus bereits durchgeführten Maßnahmen ermittelt wurde. In diesem Zusammenhang gelten dann solche Maßnahmen als unverhältnismäßig teuer, die diesen Wert deutlich überschreiten.

In der FGE Odense wurden im Rahmen einer KWA vier verschiedene Szenarien entwickelt, um Maßnahmen zur Zielerreichung nach WRRL gemäß ihrer Kosteneffektivität priorisieren zu können. Nach Petersen *et al.* (2009) wurde eine Baseline entwickelt und drei weiteren Szenarien gegenübergestellt, um im Vergleich ihre Kosten-Wirksamkeitsverhältnisse ermitteln zu können: ein ‚mixed scenario‘ (gesteigerte Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Produktion), ein ‚wetland scenario‘ (Relevanz von Flächenstilllegungen) und ein ‚nature scenario‘ (Zielerreichung für terrestrische natürliche Habitate u.a. nach Natura 2000). Dabei wurde festgestellt, dass Maßnahmen, die auf punktuelle Schadstoffquellen abzielen, das Gros der Baselinekosten ausmachen. Die KWA hat gezeigt, dass ein Maßnahmenprogramm zur Erreichung des „guten“ Gewässerstatus auch wirtschaftlich machbar ist. Konkret haben sich die Wiederherstellung von Feuchtbiotopen, Marktfreuchtbau und verringerter Düngemitelesatz als besonders kosteneffektiv herausgestellt, um signifikante Reduzierungen der Stickstofflast zu erreichen. Die Analyse hat ergeben, dass die Umsetzung der WRRL die Kosten von Wasserdienstleistungen von 82 auf 95 Millionen Euro im Jahr anheben wird. Die anfallenden Kosten sind aber sehr viel geringer als bereits durchgeführte Investitionen, um punktuelle Nähr- und Schadstoffquellen zu verringern.

Für die FGE Daugava wurde die KWA den litauischen Gegebenheiten angepasst, folgt dabei jedoch den WATECO-Richtlinien. Nach einer Charakterisierung der Gewässer werden Daten betreffend die Bevölkerung und Abwasserversorgung, die Industrie und die Land- und Forstwirtschaft ausgewertet, um einen Überblick über relevante Maßnahmen zu bekommen. Für diese werden dann die Anwendbarkeit, die Anwendungsrate, die Effizienz und die jährlichen Kosten pro Einheit berechnet, auf denen die Kostenwirksamkeitsanalyse beruht. Die Analyse bezieht auch klimatische, wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen mit ein und wendet diese anhand der Umweltziele für Durchschnitts- und Worst-case-Szenarien an. Danach wurden die Kosten für die Umsetzung der im Bewirtschaftungsplan genannten Maßnahmen auf ca. 1.059 Millionen LVL (ca. 1.520 Millionen Euro) geschätzt.

Aus dem Bewirtschaftungsplan der FGE Nemunas geht eine Art best-practice KWA für viele osteuropäische Länder im Hinblick auf die Umsetzung der WRRL hervor. Das Maßnahmenprogramm sieht die kostengünstigsten Maßnahmen für Punktquellen, diffuse Quellen und zur Reduzierung hydro-morphologischer Veränderungen vor. Die Maßnahmen werden für bestimmte Standorte unter Berücksichtigung der jeweiligen Standortmerkmale ausgewählt. Für jeden Standort wurde die beste technologische Lösung identifiziert, basierend auf den Gewässergütezielen, die im jeweiligen Wasserkörper erreicht werden sollen. Beispielsweise wurden für den Landwirtschaftssektor die Kosten der potenziellen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Reduzierung von Stickstoff und Phosphat verglichen. Es wurden anschließend für alle landwirtschaftlich genutzten Flächen die priorisierten Maßnahmen unter Berücksichtigung der Kosteneffektivität identifiziert. Darüber

hinaus wurde auch die Akzeptanz der Landwirte, die Maßnahmen umzusetzen, in der Analyse berücksichtigt.

Bei der **IURK** wird in allen aufgeführten FGE die Kostendeckungsanalyse der Wasserdienstleistungen (Einführung kostendeckender Wasserpreise für die öffentliche Wasserversorgung und die kommunale Abwasserbeseitigung) durchgeführt, sowohl als Wasserentnahmeentgelt als auch als Abwasserabgabe.

Dabei wurde für alle untersuchten deutschen FGE ein Kostendeckungsgrad von über 100 % festgestellt. Die Kostendeckung für Wasserversorgung bzw. für Abwasserentsorgung beträgt:

- In den FGE Eider und Schlei/Trave 100,7 % bzw. 102,7 %,
- in der FGE Elbe 105 % bzw. 101 %,
- in der FGE Warnow/Peene 104,6 % bzw. 101,9 %,
- und in der FGE Oder jeweils etwa 103 %.

In der FGE Donau ist für die Einleitung von gereinigtem Abwasser in Gewässer eine Abwasserabgabe an das Land zu zahlen. Das Aufkommen aus der Abwasserabgabe (jährlich ca. 14 Mio. Euro) wird zweckgebunden für Maßnahmen zur Erhaltung oder Verbesserung der Gewässergüte verwendet. Daneben wurde für die Entnahme von Oberflächenwasser und Grundwasser ein Wasserentnahmeentgelt eingeführt. Dessen Aufkommen hat in den vergangenen 10 Jahren im Schnitt 82 Mio. Euro jährlich betragen. Etwa die Hälfte der Einnahmen entfallen jeweils auf die Entnahme von Oberflächenwasser und Grundwasser.

Aus den Bewirtschaftungsplänen für die Viru-Peipsi Catchment Area (Estland) und das Lielupe River Basin District (Lettland) geht nur eine teilweise Kostendeckung der Wasserdienstleistungen hervor. Für die estnische FGE werden die Wasserdienstleistungskosten auf 132 Mio. EUR (2.064 Mio. EEK) pro Jahr geschätzt. Der Steuerzahler trägt dabei maßgeblich zur Wasserversorgung bei. Etwa 92 Mio. EUR (1.440 Mio. EEK) (70 %) werden durch den Wasserpreis und 30 % durch Steuern eingenommen. Die Wassergebühr deckt demnach gut zwei Drittel der Kosten ab.

5.2 Mögliche Klimawandelauswirkungen

Anhand der ausgewerteten Literatur lassen sich insgesamt für alle untersuchten FGE die folgenden klimatischen Veränderungen und Klimawandelauswirkungen ableiten:

- ein Anstieg der jährlichen Durchschnittstemperatur (insbesondere in den Sommermonaten, aber auch im Winter) führt zu verringerten Sauerstoffkonzentrationen in den Gewässern, zur Förderung gebietsfremder, u.U. invasiver Arten und zur Reduktion geeigneten Lebensraums für verschiedene aquatische Arten,
- eine Abnahme der Niederschläge in den Sommermonaten bewirkt häufigere Niedrigwasserperioden, was ebenfalls zu einer Reduktion geeigneten Lebensraums für verschiedene aquatische Arten sowie zu einer Zunahme von Schadstoffkonzentrationen durch verringerte Verdünnung führen kann,
- zunehmende Niederschläge in den Wintermonaten gehen mit zunehmenden Hochwasserrisiken sowie mit längeren und intensiveren Hochwasserereignissen einher,

- häufigere Starkregenereignisse, überwiegend im Sommer, reEurogional aber auch in den Wintermonaten, führen zu verstärktem Schadstoff- und Nährstoffeintrag durch Auswaschung von industriellen und landwirtschaftlichen Flächen; Starkregenereignisse erhöhen darüber hinaus die Abflussmengen und damit das Hochwasserrisiko.

Die möglichen Klimawandelauswirkungen werden im Folgenden anhand der vorhandenen Prognosen und Modellaussagen sowohl für die nationale Ebene als auch – wenn verfügbar – für die untersuchten FGE dargestellt.

Deutschland

Die klimatischen Veränderungen und die daraus potentiell resultierenden Klimawandelauswirkungen wurden bereits in Kapitel 2.1 (S 13f.) aufgeführt. Darüber hinaus werden in den einzelnen Steckbriefen der in Deutschland untersuchten FGE teilweise noch regionalisierte Aussagen gemacht. Danach lassen sich folgende regionale Gemeinsamkeiten erkennen:

- Anstieg der Lufttemperatur bis 2050 um ca. 1,5 – 2 °C,
- Zunahme der Niederschlagsmenge in den Wintermonaten bis 2050 (um ca. 50 – 75 mm),
- Abnahme der Niederschlagsmenge in den Sommermonaten,
- zunehmende Häufung von Hitze- und Niedrigwasserperioden, aber auch von Starkregenereignissen.

Als mögliche Folgenresultieren daraus in mehreren der untersuchten FGE eine Senkung des Grundwasserspiegels und der Wasserstände in Flüssen und Seen, eine Erhöhung des Risikos von Hochwasserereignissen durch Starkregenereignisse sowie eine Verdrängung heimischer Arten.

Niederlande

Für die vier untersuchten FGE Ems, Meuse, Scheldt und Rhein-Delta werden die Klimaszenarien des Niederländischen Königlichen Meteorologischen Instituts (KNMI) für die Niederlande von 2006²¹ verwendet. Diese umfassen u.a. einen Temperaturanstieg, Veränderung der Niederschlagsverteilung zwischen Sommer und Winter, Meeresspiegelanstieg und die Zunahmen von Extremereignissen, vor allem Niederschläge und Stürme.

Die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Gewässerumwelt werden unterteilt nach (1) direkten, physikalischen Effekten (Veränderung der Wasserstände, Wassertemperaturen und Abflussregime), (2) chemischen Effekten (zunehmende Versalzung durch das Eindringen von Salzwasser, bei geringer Abflussmenge höhere Konzentrationen von Nährstoffen) und (3) biologischen Effekten (Populationsabnahme oder Verschwinden von Arten und Verlagerung der Verbreitungsgebiete von Arten).

²¹ van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A., van Oldenborgh, G.J., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembinder, J., Burgers, G., Komen, G., Hazeleger, W. and Drijfhout, S. (2006): KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01. De Bilt, The Netherlands.

Großbritannien

Die Beschreibung der Klimaveränderung in den beiden untersuchten FGE basieren auf den UKCP09-Szenarien, die eine Temperaturzunahme im Sommer und Winter, ein Anstieg der Niederschlagsmengen und des Meeresspiegels vorhersagen. Weiterhin wird eine Abnahme des Schneefalls für Schottland prognostiziert.

Die daraus resultierenden Auswirkungen umfassen nach UKCP09 für Südostengland und Schottland u.a. eine Verringerung des Wasserdargebots im Sommer, wodurch die Wassermengen in Flüssen und damit die Wasserproduktivität sowie die Abundanz von Pflanzen- und Tierarten verringert werden. Weiterhin kann sich auf diese Weise die Konzentration an Schadstoffen in den Gewässern erhöhen. Zunehmend intensive Stürme führen wahrscheinlich dazu, dass toxische Schadstoffe von Straßen und urbanen Flächen sowie Nährstoffe aus der Landwirtschaft in die Gewässer ausgewaschen werden.

Gleichzeitig steigen in warmen Sommern die Ansprüche an Wasserentnahme für Trinkwasser- und Kühlungszwecke, sodass sich hieraus weiterer Stress für die ökologische Qualität der Gewässer ergeben kann. Darüber hinaus können sich mit ansteigenden Temperaturen gebietsfremde invasive Arten besser ausbreiten und in den Ökosystemen etablieren. In vielen Fällen gedeihen ihre Populationen auf Kosten der heimischen aquatischen Flora und Fauna. Das trifft z.B. auf den Nordamerikanischen Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*) zu.

Estland

Eine Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels in der FGE Viru-Peipsi Catchment Area wurde im Rahmen des LIFE-Projekts Viru and Peipsi Catchment Area Management Plan („Viru-Peipsi CAMP“)²² durchgeführt. Danach werden die Niederschlagsmengen im Herbst und Winter zunehmen, im späten Frühling und Sommer hingegen abnehmen, wodurch Hochwasserereignisse in Häufigkeit und Intensität zunehmen, aber auch eine Reduktion des Abflusses in den Monaten April und Mai auftreten kann, was bis zur Austrocknung von Flüssen führen könnte. Die Verringerung des Mindestabflusses im Sommer kann zu einer Verschlechterung des hygienischen Zustands der Flüsse und einer intensiven Überwachung des Flussbettes der langsam fließenden Flüsse führen.

Die Stürme der letzten Jahre und die damit verbundene Überflutung von landwirtschaftlichen und industriellen Flächen scheinen die prognostizierten Tendenzen des Klimawandels zu bestätigen.

Lettland

Die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Gewässerumwelt in Lettland wurden im Rahmen des KALME-Projekts²³ erforscht. Die bisherige Forschung über die Auswirkungen des Klimawandels beschäftigt sich insbesondere mit langfristigen Prognosen (50-100 Jahre). Danach dürften sich aus den Veränderungen des Niederschlagsregimes und der Evapotranspiration Auswirkungen auf das hydrologische Regime von Flüssen sowie des Zeitpunkts und der Intensität von Hochwässern ergeben. Im Sommer könnten Flüsse

²² Siehe <http://www.viru.peipsi.envir.ee/eng/index.php>.

²³ Siehe <http://kalme.daba.lv/en/>.

aufgrund der Erwärmung und abnehmender Niederschläge austrocknen, im Winter wird sich die Schnee- und Eisbedeckung mit milderen Temperaturen ebenfalls verändern.

Für kurzfristige Auswirkungen bis 2015 liegen hingegen keine Erkenntnisse vor. Es wird jedoch angenommen, dass bis 2015 weder in der FGE Daugava noch in der Lielupe signifikante Auswirkungen des Klimawandels auftreten werden.

Litauen

Für die beiden untersuchten litauischen FGE liegen jeweils separate Studien zu klimatischen Veränderungen und potentiellen Klimawandelauswirkungen vor. Die prognostizierten klimatischen Veränderungen lassen sich danach wie folgt zusammenfassen:²⁴

- Anstieg der Lufttemperatur in den FGE während aller Jahreszeiten, mit dem signifikantesten Anstieg um ca. 1,5 – 2 °C im Winter und Frühling (um ca. 1 °C in den übrigen Jahreszeiten),
- Zunahme der jährlichen Niederschlagsmenge bis 2020 um bis zu 35 mm, mit saisonalem Schwerpunkt im Herbst und Winter.

In diesem Kontext werden für beide FGE folgende gemeinsame Auswirkungen erwartet:²⁵

- Änderungen in den Hochwasserständen; leichte Verringerung des Hochwasser-Stands im Großteil der westlichen und zentralen FGE Nemunas (Litauen) im Jahr 2020, häufigere und höhere Winterfluten (die im Herbst beginnen und bis zu den Frühlingsfluten andauern können) im Jahr 2020 im Venta-Einzugsgebiet,
- Anstieg der Wahrscheinlichkeit von Dürren in den nächsten zwölf Jahren, ausgedehntere und intensivere Dürreperioden sind in letzter Zeit (insbesondere 2002 und 2006) verstärkt beobachtet worden.

5.3 Integration von Klimawandel in die ökonomischen Analysen

Aus der Fallstudienanalyse geht hervor, dass in sämtlichen FGE Klimawandelauswirkungen prognostiziert werden, diese jedoch nur in etwa der Hälfte der untersuchten FGE über sogenannte Klima-Checks indirekt in die ökonomischen Analysen einbezogen werden – das ist bis auf die FGE Donau in allen untersuchten deutschen, niederländischen und britischen FGE der Fall.

Dabei werden im Rahmen der Klima-Checks in den vorgenannten FGE die möglichen Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Wirkung der Maßnahmen beurteilt, um die gewonnenen Erkenntnisse langfristig in den

²⁴ Sie basieren für die FGE Nemunas auf Korneev, V. (2011a): Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change. Progress of the pilot project since February 2011, <http://www1.unece.org/ehlm/platform/download/attachments/24707075/Neman.pdf> und für die FGE Venta auf Government of the Republic of Lithuania (2010a): Venta River Basin District Management Plan, <http://vanduo.gamta.lt/files/Venta%20river%20management%20plan.pdf>.

²⁵ Sie basieren für die FGE Nemunas auf Korneev, V. (2011b): Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change, Baseline Study Report, Central Research Institute for Complex Use of Water Resources, in the framework of the UNECE Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes Environment and Security Initiative (ENVSEC). URL http://www1.unece.org/ehlm/platform/download/attachments/25133069/Report_Neman_Baseline_Study_English_Version_final.pdf und für die FGE Venta auf Government of the Republic of Lithuania (2010a).

Entscheidungsprozessen der Maßnahmenplanung zur Umsetzung der Maßnahmenprogramme berücksichtigen zu können. Dahinter steht gemäß der untersuchten Bewirtschaftungspläne das Ziel, die Gewässerbewirtschaftung bestmöglich auf die prognostizierten Klimaveränderungen abzustimmen und möglichst solche Maßnahmen identifizieren zu können, die unter verschiedenen, zukünftig möglichen Klimawandelauswirkungen

- robust und damit wirksam sind; das ist der Fall für die deutschen FGE Schlei/Trave, Warnow/Peene, Oder
- möglichst kosten-effektiv sind (no-regret/low-regret); das ist der Fall für die niederländischen FGE Ems, Meuse, Scheldt und Rhein-Delta.

Anhand des Klima-Checks werden in den beiden FGE Elbe und Warnow/Peene nach derzeitigen Erkenntnissen innerhalb der ersten Bewirtschaftungsplan (BWP)-Periode bis 2015 noch keine signifikanten Auswirkungen des Klimawandels erwartet – allerdings sollen mögliche Klimawandelauswirkungen dann verstärkt in die zweite BWP-Periode von 2015 bis 2021 einbezogen werden (dieser Punkt wird auch in der FGE Lielupe thematisiert, allerdings ohne Durchführung eines Klima-Checks). Für die FGE Warnow/Peene wird in diesem Zusammenhang auf den Bedarf an weiteren Forschungen hingewiesen, um Klimawandelaspekte in den kommenden BWP-Perioden auch in den ökonomischen Analysen adäquat berücksichtigen zu können.

In den niederländischen FGE werden Aspekte des Klimawandels unter der Beschreibung möglichen Nutzens in der Kosten-Nutzen-Analyse berücksichtigt, insbesondere hinsichtlich des Nutzens durch Kohlenstoffspeicherung in der Biomasse in und entlang der Gewässer, die durch die WRRL-Maßnahmen positiv beeinflusst werden kann.

Im Southeast River Basin District werden neben dem Klima-Check, der hier explizit zur Identifikation robuster, als auch no- bzw. low-regret, win-win und flexibler Maßnahmen dienen soll, im Rahmen der AFU die mit nach WRRL zu ergreifenden Maßnahmen (z.B. neue Abwasserbehandlungsanlagen) verbundenen CO₂-Emissionskosten einbezogen. Dabei wurde festgestellt, dass die Kosten für geplante Maßnahmen bisher in keinem Falle unverhältnismäßig hoch ansteigen würden.

In verschiedenen Maßnahmenprogrammen, z.B. FGE Eider wird darauf hingewiesen, dass Klimaveränderungen den Eintritt und die Wirkung einer Maßnahme begünstigen oder verzögern können, und somit den Wirkungsgrad und auch die Kosteneffizienz einer Maßnahme beeinflussen.

Für die FGE Schlei/Trave, Southeast River Basin District und Scotland River Basin District kann abgeleitet werden, dass sich die Festlegung von Ausnahmen z.B. zur Zielerreichung bis 2015 aufgrund von unverhältnismäßig hohen Kosten im Zuge voranschreitender klimatischer Änderungen und deren Auswirkungen auf die Wasserkörper zukünftig anders darstellen könnte. So könnten einerseits bis 2021 als mit vertretbarem Aufwand erreichbare Ziele erst bis 2027 realisierbar werden oder sogar nur mit weniger strengen Zielen insgesamt. Andererseits könnte sich durch den Klimawandel ergeben, dass für Wasserkörper entgegen ersten Annahmen zukünftig die Umweltziele auch nicht mehr fristgemäß oder nur in geringerer Strenge erreicht werden können. In diesen Fällen muss sich die ökonomische Analyse auch an der Langfristsperspektive orientieren, zu welchem Zeitpunkt die Ziele mit welchem Kostenaufwand und in welcher Höhe erreichbar sind. Im FGE Southeast River Basin District wird beschrieben, dass im Rahmen der ökonomischen

Analyse vor allem solche Maßnahmen identifiziert werden, die unter Klimawandelbedingungen ökonomisch effektiv (no-regret/low-regret) sind, zu Synergieeffekten führen (win-win) und flexibel an zukünftige Veränderungen angepasst werden können. Darüber hinaus sollte die zeitliche Dimension bei Entscheidungen stärker berücksichtigt werden, da gegenwärtig gültige ökonomische Abwägungen, z.B. im Sinne unverhältnismäßig teurer Maßnahmen durch zukünftige klimatische Veränderungen ihre Gültigkeit einbüßen könnten.

In den FGE Donau, Viru-Peipsi, Daugava, Lielupe, Nemunas und Venta ist eine Integration von Klimawandel in die ökonomischen Analysen nicht erkennbar.

6 Implikationen für die ökonomischen Analysen im Rahmen der Umsetzung der WRRL

Die Fallstudienanalyse macht deutlich, dass der Klimawandel in allen FGE zu Auswirkungen führen wird, welche die Gewässerumwelt und potentiell auch die Gewässergüteziele beeinträchtigen können. Diese Aspekte werden in den ökonomischen Analysen der Bewirtschaftungspläne jedoch nur indirekt aufgegriffen – in Form der in einigen Fällen durchgeführten Klima-Checks.

Daher werden in den anschließenden Unterkapiteln die folgenden Punkte diskutiert:

- Auswirkungen des Klimawandels auf den Zustand der Gewässerumwelt ohne weitere Maßnahmen nach WRRL (Baseline),
- Einfluss des Klimawandels auf die potentiell veränderte Wirksamkeit der Maßnahmen,
- Berücksichtigung des Klimawandels in den ökonomischen Analysen nach WRRL für die geplanten Maßnahmen(-programme),
- Auswirkungen des Klimawandels auf die Erreichbarkeit der Ziele nach WRRL (sowohl in zeitlicher als auch in genereller Perspektive),
- Auswirkungen im Sinne von Synergien und/oder Konflikten zwischen Maßnahmen nach WRRL und Maßnahmen zur Klimawandelanpassung/Vermeidung.

Im Anschluss an die Darstellung der vorgenannten fünf Aspekte werden Folgerungen für die Gewässerpolitik diskutiert.

Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomische Analyse im Rahmen der Umsetzung von Bewirtschaftungsplänen nach WRRL ist insgesamt nur wenig wissenschaftliche Literatur verfügbar – mit Blick auf einzelne Flusseinzugsgebiete erscheint die Literaturlage noch weniger umfangreich. Daher liegen den folgenden Ausführungen zwar die empirischen Erkenntnisse aus den Sekundäranalysen in den Fallstudien zugrunde, jedoch werden sie um die Interpretationen der Autoren dieser Studie ergänzt, um eine weitere Grundlage zur wissenschaftlichen Diskussion und Weiterentwicklung in diesem Bereich beizutragen.

6.1 Klimawandelauswirkungen auf die Baseline

Im Kontext dieser Studie wurden verschiedene Klimawandelauswirkungen ermittelt, die sich im Vergleich des heutigen Zustands mit einem unter Klimawandel zukünftig veränderten Zustand ergeben könnten. Dabei werden weder weitere als die bisher nach WRRL geplanten Maßnahmen noch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Zukunft angenommen (sogenanntes Baseline-Szenario).

Aus Kapitel 2.1, den Fallstudien sowie der innerhalb der Fallstudien herangezogenen Literatur gehen im Wesentlichen die folgenden prognostizierten Veränderungen auf den Zustand der Gewässerumwelt im Sinne eines Baseline-Szenarios hervor:

- Veränderungen der Oberflächentemperatur der Oberflächengewässer und damit Beeinträchtigung der Wasserverfügbarkeit durch Verdunstung/Austrocknung

- Veränderungen im Niederschlagsregime und damit sowohl in den Abflussmengen als auch in den zur Grundwasserneubildung zur Verfügung stehenden Wassermengen
- Zunahme von Extremwetterereignissen und damit ebenfalls in den Abflussmengen sowie in der Schad- und Nährstofffracht von Gewässern durch Auswaschung/Einträge
- Anstieg des Meeresspiegels und Zunahme von Stürmen, woraus Überschwemmungen und Salzwasserintrusionen resultieren können
- Zunahme der Ausbreitung gebietsfremder invasiver Arten, die sich auf Kosten heimischer Arten ausbreiten können

Gleichzeitig ergeben sich mit dem Klimawandel eher indirekt verbundene Auswirkungen, die sich jedoch ebenfalls negativ auf die Gewässerumwelt auswirken können. So wird u.a. für die deutsche Ostseeküste von einer starken Zunahme des heimischen und des internationalen Tourismus ausgegangen, da die klassische Urlaubsdestination Mittelmeer im Sommer für viele Urlauber zukünftig zu heiß und die Witterung an der deutschen Ostseeküste angenehmer (wärmer und weniger Regen im Sommer) sein könnte (Hamilton und Tol 2007²⁶, Zebisch *et al.* 2005²⁷).

Würden weder Maßnahmen nach WRRL ergriffen noch zur Anpassung an den Klimawandel, hätten die skizzierten Klimawandelauswirkungen vielfältige negative Folgen für die Gewässerumwelt und könnten mitunter die Erreichung der mengenmäßigen und qualitativen WRRL-Ziele erschweren, wenn nicht verhindern.

Ein gutes Beispiel für die Verwendung der Baseline zwecks Vergleichs mit weiteren WRRL-Maßnahmen und dem Einfluss des Klimawandels kann dem niederländischen Bewirtschaftungsplan für das Rhein-Delta (Anhang 8.2.2) entnommen werden (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

²⁶ Hamilton, J. und R. Tol (2007). "The impact of climate change on tourism in Germany, the UK and Ireland: a simulation study." *Regional Environmental Change* 7 (3): 161-172.

²⁷ Zebisch, M., *et al.* (2005). Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt Forschungsbericht 201 41 253 UBA-FB 000844/e, Umweltbundesamt & Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

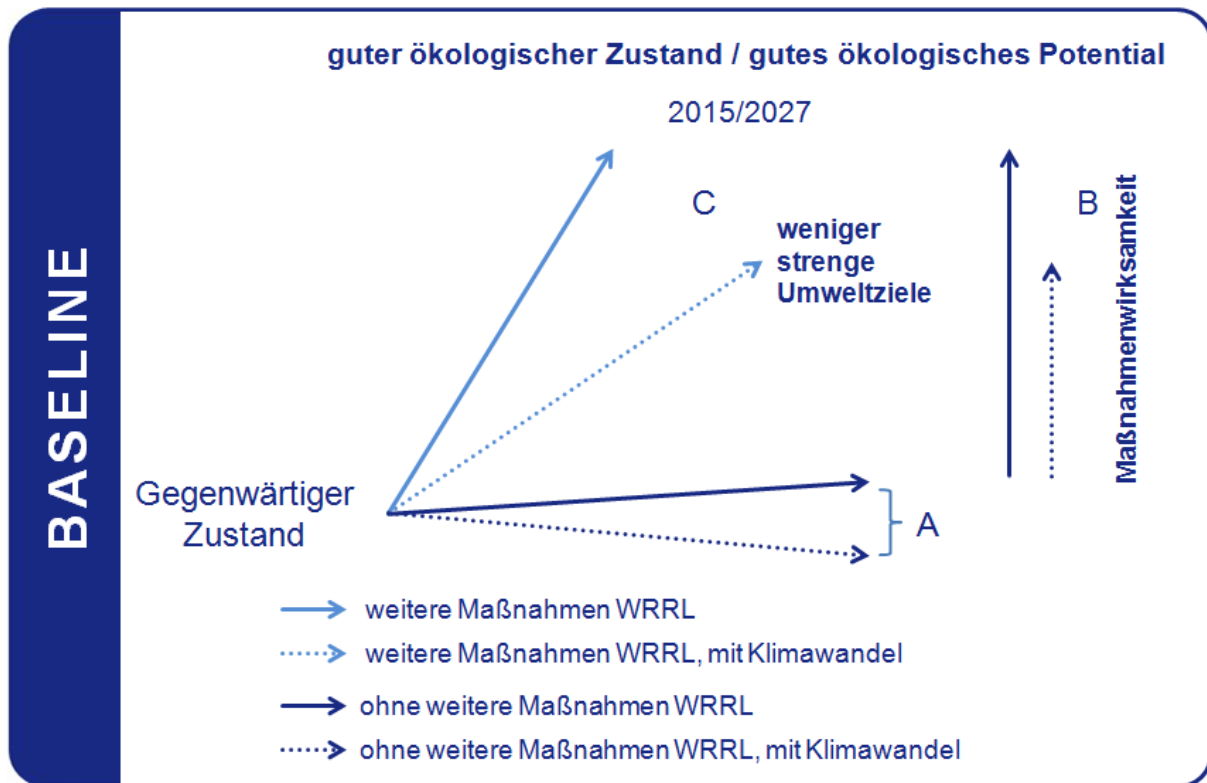


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Baseline, Maßnahmenwirksamkeit und Klimawandelauswirkungen

Quelle: in Anlehnung an Ministerie van Verkeer en Waterstaat, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (2009).

Danach wird sich der Klimawandel sowohl auf den Gewässerzustand ohne weitere WRRL-Maßnahmen (Baseline) auswirken (A), als auch auf den Zustand mit weiteren Maßnahmen nach WRRL (C) bzw. damit auf die Zielerreichung. Das umfasst einerseits die Zielerreichung zu einem späteren Zeitpunkt sowie andererseits die generelle Zielerreichbarkeit im Sinne weniger strenger Umweltziele. Dementsprechend kann auch die Wirksamkeit der Maßnahmen beeinträchtigt sein, so dass unter Berücksichtigung des Klimawandels mitunter andere oder/und zusätzliche Maßnahmen(-kombinationen) notwendig werden können.

Im Bereich Baseline wurden Abstimmung und Austausch mit anderen Arbeitspaketen des RADOST-Projektes, insbesondere mit AP 1.4.3: *Referenzwerte und guter Zustand der Gewässer in Gegenwart und Zukunft* vorgenommen, um von neuen Forschungsergebnissen zu profitieren. Referenzwerte könnten Aufschluss über sich verändernde Kennzeichen eines unter verhältnismäßigen Kosten zu erreichenden „guten Zustandes“ von Gewässern aufgrund des Klimawandels geben. Es gibt derzeit jedoch keine Aussicht auf neue Referenzwerte, da nach bisheriger Einschätzung der Klimawandel keine Anpassung der Gewässerqualitätsziele, sondern lediglich eine Anpassung der Typologie erfordert. Dies bedeutet, dass die Szenarien zur Zielerreichung der WRRL bis 2015 (mit evtl. Verlängerung bis 2021 und 2027) auf den bisherigen Referenzwerten basieren können.

6.2 Veränderung der Wirksamkeit der Maßnahmen

Die Wirksamkeit der Maßnahmen nach WRRL dürfte ebenfalls dem Einfluss des Klimawandels unterliegen, da sie u.a. von den physikalischen und ökologischen Systemeigenschaften abhängt, die sich klimawandelbedingt ändern könnten. So ist unter

vorhandenem Wissensstand beispielsweise nicht eindeutig sicher, ob Maßnahmen zur Reduktion von diffusen landwirtschaftlichen Einträgen unter zunehmenden Extremniederschlägen und damit verstärkter Bodenerosion noch effektiv sind, ob und wie sie angepasst werden müssten oder inwiefern Maßnahmen zur Steigerung der Gewässerdurchgängigkeit für migrierende Arten bei zunehmendem Risiko der Ausbreitung invasiver Arten eher hinderlich als effektiv sind.

In den Niederlanden hat der Klima-Check der Maßnahmen ergeben, dass kaum eine Maßnahme an ihrer Wirksamkeit durch die Folgen des Klimawandels abnimmt²⁸. Die meisten Maßnahmen wurden als neutral oder sogar positiv hinsichtlich der Auswirkung des Klimawandels bewertet, was bedeutet, dass die Wirksamkeit der Maßnahmen unter Berücksichtigung des Klimawandels voraussichtlich zunehmen wird. Außerdem gibt es trotz erheblicher Unsicherheit über die konkreten Klimaauswirkungen, viele sogenannte "no regret" Maßnahmen, die auch ohne die Berücksichtigung der Klimaveränderungen sehr viele positive (Neben-)Effekte u.a. auf den ökologischen Zustand der Gewässer zeigen.

Tabelle 7: Erforderliche Anpassungsmaßnahmen zur Einhaltung der Hochwassersicherheit der Anlagen sowie Abschätzung der Mehrkosten

HRB-Beispiel		Lastfall „Klimaveränderung“ Niederschlagserhöhung von		
		5 %	10 %	20 %
1	Maßnahmen	keine Maßnahmen erforderlich		
2	Maßnahmen	Dammkrone 5 cm erhöhen	Dammkrone 7 cm erhöhen	Dammkrone 14 cm erhöhen Deckwerk verklammern
	Mehrkosten			
	bei nachträglicher Anpassung	+ 0,10 %	+ 0,10 %	+ 20 %
	bei Berücksichtigung in der Planung	+ 0,03 %	+ 0,03 %	+ 8 %
3	Maßnahmen	keine Maßnahmen erforderlich		
4	Maßnahmen	keine Maßnahmen erforderlich	Dammkrone 5 cm erhöhen, Dammcharte 1,5 m verbreitern	Dammkrone 14 cm erhöhen, Dammcharte 5 m verbreitern
	Mehrkosten			
	bei nachträglicher Anpassung	---	+ 6,10 %	+ 20 %
	bei Berücksichtigung in der Planung	---	+ 3,10 %	+ 9 %

Quelle: Wald (2004)

Für die FGE Donau ist eine explizite Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen zwar nicht zu erkennen. Allerdings findet der Klimawandel Eingang in die Analysen des Hochwasserschutzes zur Bemessung von Abflüssen und Hochwasserständen. Das KLIWA-Projekt hat Hochwasserschutzmaßnahmen für ausgewählte Beispiele in Baden-Württemberg untersucht (Wald 2004)²⁹. Die Untersuchung zeigte auf, dass insbesondere die

²⁸ Ministerie van Verkeer en Waterstaat, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009): 2009 – 2015 River basin management plans. Ems, Meuse, Rhine Delta and Scheldt – a summary

²⁹ Wald, J. (2004): Auswirkungen der Klimaveränderungen auf Planungen – Praxisbeispiele, KLIWA-Symposium 2004, WALD + CORBE Beratenden Ingenieure, Hügelsheim.

Zunahme der Bemessungsniederschläge zu Problemen bei Hochwasserrückhaltebecken (HRB) führt. Während Anpassungsmaßnahmen bei bestehenden Anlagen noch relativ kostengünstig durchgeführt werden können, ist die Schutzwirkung durch größere Becken auch nur zu höheren Kosten möglich (siehe Tabelle 7). Eine Zunahme der Bemessungsniederschläge um 10 % würde in einigen Fällen zur Verdopplung und sogar Vervierfachung des notwendigen Rückhaltevolumens führen. Eine Anpassung bestehender Anlagen ist in manchen Fällen nicht mehr wirtschaftlich und daher ökonomisch nicht mehr sinnvoll. Als Konsequenz müsste eine geringere Schutzwirkung durch kleinere Rückhaltebecken in Kauf genommen werden, oder weitere lokale Hochwasserschutzmaßnahmen müssten ergriffen werden.

6.3 Die Rolle ökonomischer Ansätze in der WRRL unter Berücksichtigung des Klimawandels

6.3.1 Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis von Maßnahmen nach WRRL könnte sich im Zuge des Klimawandels zukünftig z.T. drastisch verändern. So ist es denkbar, dass Maßnahmen bei einer späteren Umsetzung noch viel teurer sein werden. Ebenfalls könnten die Klimafolgen zu einer Erhöhung der Schadenskosten und damit bei dem Ergreifen einer Maßnahme zu einem Anstieg des Nutzens führen. Beide Aspekte führen zu einer Verbesserung des heutigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses und somit zu einer stärkeren Empfehlung zur Maßnahmenumsetzung. Andersherum könnte der Nutzen von Maßnahmen zukünftig so weit abnehmen, dass die Maßnahmen nicht mehr empfehlenswert sind.

Eine Neubewertung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses erscheint angesichts des Klimawandels unumgänglich, will man das Risiko ineffektiver Maßnahmen minimieren, möglicherweise veränderte Ziele aufgreifen und rechtzeitig notwendige Maßnahmen ergreifen. In diesem Zusammenhang ist auch die Frage nach Ausnahmen der WRRL aufgrund unverhältnismäßig hoher Kosten erneut zu stellen.

Im Rahmen der Analyse unverhältnismäßig hoher Kosten werden Aspekte des Klimawandels in mehreren Fallstudien mehr oder weniger explizit einbezogen. Das gilt beispielsweise für den Bewirtschaftungsplan für den Southeast River Basin District (England), der die CO₂-Kosten von Maßnahmen nach WRRL bei der Maßnahmenplanung und -selektion berücksichtigt.

In der niederländischen Kosten-Nutzen-Analyse wird der Klimawandel lediglich in der Einschätzung des Nutzens erwähnt³⁰. Die Umsetzung einiger Maßnahmen wird als positiv hinsichtlich des Klimaschutzes bewertet. Der Nutzen kann vor allem die Speicherung von Kohlenstoff sein, hierzu zählen beispielsweise das Anlegen natürlicher Uferstreifen.

6.3.2 Kosten-Wirksamkeitsanalyse

Bei einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse werden die spezifischen Kosten einer Maßnahme mit einer oder mehreren bestimmten Wirkung(en) miteinander verglichen, um die

³⁰ Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2006): De strategische MKBA voor de Europese Kaderrichtlijn Water.

kosteneffektivste Maßnahme für die Zielerreichung zu identifizieren. Da sich die Wirkungen ergriffener Maßnahmen unter Bedingungen des Klimawandels zukünftig verändern können, muss der Zeithorizont im Sinne einer zukünftig womöglich veränderten Wirkung stärker in die Gewichtung für die Auswahl der Maßnahmen in der Gegenwart einfließen. Damit kann es sein, dass sich eine gegenwärtig kosteneffektive Maßnahme als zukünftig kostennachteilig herausstellt. Es ist möglich, dass eine aktuell kostenintensivere Maßnahme, deren Wirksamkeit aber langfristig höher ist, priorisiert werden sollte.

6.3.3 Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten (URK)

Auch bei der Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten könnte in Zukunft eine stärkere Berücksichtigung des Klimawandels erforderlich werden. So ist beispielsweise mit Blick auf das Wasserentnahmeentgelt und die Abwasserabgabe in der FGE Donau in Baden-Württemberg denkbar, dass eine knapper werdende Wasserverfügbarkeit zu erhöhten Nutzungsentgelten sowohl für die Wasserentnahme als auch für die Abwassereinleitung führt, um der Ressourcenknappheit effektiver zu begegnen. Darüber hinaus könnte ein aufgrund des Klimawandels abnehmendes Wasserdargebot in Verbindung mit zunehmenden Extremniederschlägen auch zu verstärktem Eintrag von Abwässern und gleichzeitig zu einer Erhöhung der Konzentration an Schadstoffen in eingeleitetem Wasser führen. Dem mittels Maßnahmen wie z.B. einem angepassten Entwässerungssystem entgegenzuwirken, könnte die Abwasserabgabe weiter erhöhen.

6.3.4 Zusammenfassung zu den ökonomischen Analysen

Die Möglichkeiten, die durch Einführung ökonomischer Instrumente in die WRRL eröffnet wurden, wurden in der ersten Bewirtschaftungsphase bisher wenig genutzt. Dies gilt insbesondere für die Aspekte Klimawandel und Klimawandelauswirkungen, die nach den Erkenntnissen dieser Studie bisher kaum konsequent in die ökonomischen Analysen der Bewirtschaftungspläne eingeflossen sind. Dieser Umstand ist vor allem deshalb zu bedauern, da die ökonomischen Analysen zu den innovativsten Instrumenten der aktuellen Europäischen Wasserpolitik gehören.

Als Gründe für eine fehlende Berücksichtigung des Klimawandels lassen sich in einigen Fallstudien fehlende Informationen, z.B. im Sinne unpräziser bzw. unzureichend regionalisierter Aussagen zu Klimaveränderungen identifizieren. Die monetäre Bewertung der Klimawandelauswirkungen stellt dadurch eine große Herausforderung dar. Ebenfalls fallen auch die Befunde zu Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen wenig umfangreich aus. Hier überwiegen verbalargumentative und interpretative Aussagen, dass der Klimawandel und seine prognostizierten Auswirkungen

- die Wirksamkeit von Maßnahmen nach WRRL beeinträchtigen könnten und damit die Kosten zur Zielerreichung steigern könnten; auf diese Weise könnten die Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeits-Analysen beeinflusst werden,
- den Nutzen der Maßnahmen (auch im Zusammenhang mit ihrer Wirksamkeit) verringern und damit die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse beeinflussen könnten,
- dadurch auch Veränderungen bezüglich der Analyse unverhältnismäßig hoher Kosten erwarten lassen,

- die kostendeckenden Preise für die öffentliche Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung, bei Reduktion des Wasserdargebots oder auch bei Zunahme von Abflussspitzen im Zuge häufigerer Extremniederschläge, anheben und damit die Kostendeckungsanalyse beeinflussen könnten.

Vor diesem Hintergrund lässt sich ableiten, dass no-regret, low-regret und flexible Anpassungsoptionen wesentliche Möglichkeiten sind, unter Bedingungen von Klimawandel und inhärenter Unsicherheit handlungsfähig zu bleiben und die Kosteneffektivität zu wahren. Das geht beispielsweise aus dem Bewirtschaftungsplan für das South East River Basin District in Südostengland hervor. Demnach ist z.B. die gute fachliche Praxis in der Bodenbewirtschaftung zur Verringerung diffuser Einträge in die Gewässer eine no-regret Option, dagegen die Einplanung bzw. Berücksichtigung des Klimawandels in den Plänen von Wasserversorgungsunternehmen eine low-regret Option und die Anlage erweiterbarer Wasserreservoirs, die bei zukünftigem Bedarf flexibel vergrößert werden können, eine flexible Option.

In der Zusammenschau bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse (z.B. WATECO 2009) und der vorgenannten Beispiele erscheinen die drei folgenden Varianten für klimawandelbedingte Veränderungen bei den ökonomischen Analysen besonders relevant:

1. Die Maßnahmen sind auch bei den prognostizierten potentiellen Klimawandelauswirkungen wirksam, allerdings in ihrer Durchführung gegenwärtig mit hohen Kosten verbunden. Bei Durchführung in der Zukunft könnten sie aufgrund der potentiellen Klimawandelauswirkungen jedoch noch deutlich teurer werden, sodass sie unter Kosten-Nutzen- und unter Kostenwirksamkeitsgesichtspunkten eher im Hier und Jetzt zu ergreifen wären. Die Dringlichkeit resultiert aus zukünftig ansteigenden Kosten bei ungefähr gleichbleibendem Nutzen. Das könnte bei zunehmenden Wasserabflussmengen und Abflussspitzen für Maßnahmen zur Fließgewässerrenaturierung der Fall sein.
2. Die Maßnahmen sind sowohl in der Gegenwart als auch zukünftig mit ähnlich hohen Kosten verbunden. Aber der Nutzen der Maßnahme steigt, z.B. im Sinne ihrer Wirksamkeit für den Gewässerschutz und als Klimawandelanpassung, in Zukunft noch stärker an, so dass die Maßnahmen je nach Lebensdauer sowohl im Hier und Jetzt als auch in der Zukunft ergriffen werden sollten. Hier ergibt sich eine zunehmende Kosteneffizienz aus einem steigenden Nutzen bei ungefähr gleichbleibenden Kosten. Das könnte z.B. für dynamische Hochwassermaßnahmen wie Renaturierung von Gewässer-Altarmen zur Schaffung von Hochwasserretentionsräumen gelten.
3. Die Maßnahmen sind nur wirksam, solange die klimatischen Veränderungen ein gewisses Maß nicht überschreiten. Für diese Maßnahmen ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis für lange Zeithorizonte zu berechnen, um zu entscheiden, ob der Nutzen dieser Maßnahmen langfristig ihre Kosten übersteigt. Das könnte beispielsweise für Maßnahmen zur Erhöhung der Durchgängigkeit von Gewässern gelten, die nicht nur den Zielarten, sondern auch potentiell invasiven, gebietsfremden Arten die Ausbreitung erleichtern. Sobald der Schaden durch die invasiven Arten den Nutzen der Ausbreitung für die Zielarten übersteigt, sollte die Maßnahme aus Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten überdacht und im Sinne einer Variantenanalyse mit möglichst ähnlich wirksamen, aber weniger vulnerablen Maßnahmen substituiert werden.

Darüber hinaus sollten bei allen ökonomischen Analysen nach WRRL stets die möglichen Synergien und Konflikte mit Zielen aus anderen Politikfeldern berücksichtigt werden, wie Klimawandelanpassung, Hochwasserschutz, Landwirtschaft, Tourismus, Schiffsverkehr oder Energieerzeugung. Denn gerade ein mehrfacher Nutzen durch Maßnahmen nach WRRL, wie er sich z.B. bei Gewässerrenaturierungen im Hinblick auf Gewässerschutz, Hochwasserschutz und Tourismus („reizvollere Landschaft“) ergeben kann, sollte in die ökonomischen Abwägungen zur Maßnahmensélection einbezogen werden (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Maßnahmenbeispiele, Wirksamkeit und mögliche Synergieeffekte

Maßnahmenbeispiele	Wirksamkeit für den Gewässerschutz	Potentielle Wirksamkeit unter Bedingungen des Klimawandels	Potentielle Synergieeffekte	Berücksichtigung in den ökonomischen Analysen
Verbesserung der Durchgängigkeit (z.B. Herstellung linearer Durchgängigkeit, Beseitigung von Querbauwerken)	Verbesserte Ausbreitungsmöglichkeit für Zielarten, Fischmigration	Verbesserte Ausbreitungsmöglichkeiten als Anpassung an zunehmende Wassertemperaturen	Reduktion mehrerer Stressoren (z.B. Entnahmemengen, Nährstoffeinträge, Klimaveränderungen) und potentielle gemeinsame Vorteile für Hochwasser- und Naturschutz sowie Tourismus	Zukünftiger Nutzen unter Bedingungen des Klimawandels, jedoch auch mögliche Negativeffekte durch vereinfachte Ausbreitung für invasive Arten
Verbesserung der Gewässermorphologie (z.B. naturnahe Entwicklung Gewässer/Auen, Ausbau/Einrichtung von natürlichen Retentionsflächen und von Speichervolumen in alten Flusssarmen)	Verbesserte Lebensbedingungen für aquatische Flora und Fauna	Höhere Widerstandskraft gegen Klimawandelauswirkungen durch Verbesserung des Gewässerzustands (Resilienz), Hochwasserschutz durch verbesserte Hochwasserretention		Zukünftiger Nutzen unter Bedingungen des Klimawandels und mögliche Synergie-Effekte mit dynamischem Hochwasserschutz durch Altarm-Renaturierung, Rückdeichungen, etc.
Reduzierung der Wärmebelastung (z.B. durch Verbot der Einleitung von für Kühlwasserzwecke entnommenem Wasser)	Verbesserte Lebensbedingungen für aquatische Flora und Fauna	Höhere Widerstandskraft gegen Klimawandelauswirkungen durch Verbesserung des Gewässerzustands (Resilienz)		Verbote der Einleitung schwer zu implementieren, Kontrollkosten womöglich sehr hoch
Umweltschonende Landwirtschaft (z.B. Veränderung der Bewässerungspraktiken/Bodenbearbeitungsmethoden, verringerte Nutzung von Düngemitteln, Anlage von Gewässerrandstreifen zur Reduktion der Nährstoffeinträge)	Geringere Wasserentnahmemenge, geringerer Nährstoffeintrag	Höhere Widerstandskraft gegen Klimawandelauswirkungen durch Verbesserung des Gewässerzustands (Resilienz)		Zukünftiger Nutzen unter Bedingungen des Klimawandels und mögliche Synergieeffekte z.B. mit Verringerung der Bodenerosion (konkret: verbesserte Einkommensoptionen für Landwirte durch höhere Preise für nachhaltige landwirtschaftliche Produkte bzw. geringe Kosten für Bodenschutzmaßnahmen)

Maßnahmen zur Reduzierung der Entnahmemenge(n) (z.B. Nutzung von Regen- und Brauchwasser, Wasserzähler)	Vermeidung von Wasserknappheit	Anpassung an Wasserknappheit und Trockenheit		Zukünftiger Nutzen unter Bedingungen des Klimawandels und Synergieeffekte durch Reduktion der Wassergebühren
Förderung von Entsiegelung und Regenrückhalt in der Fläche (z.B. dezentrale Niederschlagsversickerung, Einrichten von Regenrückhaltebecken, Entsiegelung und Minimierung von Neuversiegelungen)	Vermeidung von Wasserknappheit und Verbesserung der Wasserqualität	Dient dem Hochwasserschutz durch verringerten Oberflächenabfluss bei Starkregenereignissen		Zukünftiger Nutzen unter Bedingungen des Klimawandels und mögliche Synergieeffekte mit Hochwasserschutz durch Verringerung von Oberflächenabfluss

Quelle: WATECO (2009), LAWA (2010a); LAWA (2009), LUNG (2009a).

6.4 Veränderung der Ziele

Im Rahmen der Ausnahmen nach WRRL können Ausnahmen von der Frist für die Zielerreichung und von der Ziel-Strengem gemacht und insgesamt weniger strikte Ziele festgelegt werden. Beides kann in Anbetracht der prognostizierten Klimawandelauswirkungen für manche Gewässerkörper notwendig werden, wenn die Erreichung der Gewässergüteziele nicht bis 2015 oder 2021 machbar ist oder die Ziele insgesamt in ihrer Strenge nicht mehr erreichbar sind.

Insgesamt erfordert der Klimawandel damit auch eine Neubewertung bestehender Ziele, da diese aufgrund des Klimawandel schwieriger, oder teilweise auch leichter, zu erreichen sein könnten. So ist z.B. die Frage zu stellen, ob die Definition dessen, was den guten ökologischen Zustand ausmacht, an die derzeitigen Erkenntnisse in Bezug auf den Klimawandel angepasst werden müsste oder welche Schritte notwendig wären, um den guten Zustand zu erreichen. Der Austausch mit dem *RADOST-AP 1.4.3: Referenzwerte und guter Zustand der Gewässer in Gegenwart und Zukunft* ergab, dass es derzeit keine Bestrebungen zur Festlegung neuer Referenzwerte gibt, da der Klimawandel keine Anpassung der Gewässerqualitätsziele, sondern lediglich eine Anpassung der Gewässertypologie erfordern könnte. So kann es vor allem in der westlichen Ostsee notwendig werden, veränderte Gewässertypen als Basis anzusetzen. Dies bedeutet, dass die Szenarien zur Zielerreichung der WRRL bis 2015 (mit eventueller Verlängerung bis 2021 und 2027) weiterhin auf den bisherigen Referenzwerten basieren können.

Damit beziehen sich die möglichen Veränderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel auf Ausnahmetatbestände nach WRRL:

- Verlängerung der Frist zur Zielerreichung und
- Festlegung weniger strenger Umweltziele.

Da diese Ausnahmen im Wesentlichen mit unverhältnismäßig hohen Kosten legitimiert werden, spielen die ökonomischen Analysen auch im Zusammenhang mit einer zeitlichen Veränderung der Ziele eine Rolle. So wurde beispielsweise für alle Bewirtschaftungspläne in den Niederlanden mittels Kosten-Nutzen-Analyse ermittelt, dass die Ziele bis 2015 nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten erreicht werden könnten und daher eine phasenweise Umsetzung der Maßnahmen durch Inanspruchnahme einer Fristverlängerung als kosteneffektivere Lösung notwendig ist. Dadurch lassen sich die notwendigen Maßnahmeninvestitionen besser verteilen und eine phasenweise Umsetzung entspricht den gängigen Investitionszyklen und Umstrukturierungen besser, wodurch Synergien entstehen können. Darüber hinaus gibt diese Fristverlängerung Zeit, um weitere innovative Lösungen zu finden und benötigte Großprojekte zu realisieren.

6.5 Synergien und Konflikte

Synergien und Konflikte mit Maßnahmen, um dem Klimawandel zu begegnen – sowohl im Sinne von Klimaschutz als auch von Anpassung – sind bei Umsetzung der WRRL möglich. Sie beziehen sich einerseits beispielsweise auf gemeinsame Bemühungen zur Renaturierung von Fließgewässern, die für den Gewässerschutz (WRRL-Umsetzung) wie auch für den Hochwasserschutz (Anpassung an den Klimawandel) gleichermaßen relevant sind. Andererseits können auch Konflikte zwischen Anpassung an den Klimawandel und

Maßnahmen nach WRRL bestehen. So ist es denkbar, dass Maßnahmen zur gesteigerten landwirtschaftlichen Bewässerung oder verstärkten Kühlung von Industrieanlagen direkt mit dem nach WRRL zu erreichenden guten mengenmäßigen Zustand konfliktieren.

Im Falle des Bewirtschaftungsplanes für das Southeast River Basin District in Südostengland werden beispielsweise die CO₂-Kosten von Maßnahmen nach WRRL in die Maßnahmensélection einbezogen. Sollten die mit WRRL-Maßnahmen, wie z. B. der Neuanlage von Wasserbehandlungsanlagen, verbundenen CO₂-Emissionen zukünftig monetär bewertet werden und hohe Kosten verursachen, so könnten sich diese Maßnahmen als unverhältnismäßig teuer und nicht durchführbar erweisen. Als Folge könnte es z.B. notwendig sein, dass Maßnahmen eingesetzt werden, die nicht die beste Technologie darstellen (wenn diese z.B. unverhältnismäßig viel CO₂ emittiert).

In diesem Rahmen wären zwei unterschiedliche Schlussfolgerungen möglich:

1. Der Klimawandel und Vermeidungs- bzw. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel könnten dazu führen, dass die Qualitätsziele der WRRL herabgesetzt werden müssen.
2. Anpassungsmaßnahmen sind so zu gestalten, dass sie nicht mit der WRRL (und anderen ökologischen Zielen) in Konflikt kommen.

Im Sinne der unter 2. genannten Schlussfolgerung können sogenannte win-win Optionen eine mögliche Lösung sein, da sie kosteneffektive Anpassungen identifizieren helfen, die die Klimarisiken minimieren oder potentielle Chancen nutzen helfen und gleichzeitig andere soziale, ökonomische oder ökologische Vorteile mit sich bringen. So dient beispielsweise eine effizientere Wassernutzung sowohl der Anpassung bei Wasserknappheit als auch der Einsparung von Kosten und der Reduktion des Aufwandes für Abwasserbeseitigung und trägt damit den WRRL-Zielen bei.

6.6 Empfehlungen für die Gewässerpolitik

Anhand der Befunde aus den vorangehenden Unterkapiteln 6.1 bis 6.5 lässt sich insgesamt feststellen, dass der Klimawandel eine relevante Bedrohung für die Gewässerumwelt und potentiell für die Zielerreichung nach WRRL darstellt, da er sowohl die Zielerreichung an sich als auch die Wirksamkeit der Maßnahmen beeinträchtigen kann. Angesichts dieser Feststellung erscheint der Klimawandel bisher nicht angemessen in den ökonomischen Analysen berücksichtigt, um wirklich zukünftig robuste, no-regret oder flexible Maßnahmen zu identifizieren. Vielmehr entsteht der Eindruck, dass über die ökonomischen Analysen vornehmlich mit Blick auf die Gegenwart Maßnahmenentscheidungen getroffen werden, die sich in Zukunft als wenig wirksam und kostenineffektiv erweisen könnten. In diesem Zusammenhang sollen die folgenden drei Schlussfolgerungen gegeben werden:

Schlussfolgerung 1

Die bisherigen Erkenntnisse zu den Klimaauswirkungen sind ausreichend, um bereits heute no-/low-regret, flexible und robuste Maßnahmen zu ergreifen.

Gemäß Common Implementation Strategy Guidance wird empfohlen, dass alle Mitgliedstaaten bzw. die für die Flusseinzugsgebiete zuständigen Behörden flächendeckend verpflichtend einen Klima-Check der jeweiligen Maßnahmenprogramme durchführen und die zukünftigen Entwicklungen in die ökonomischen Abwägungen stärker integrieren. Aus den Fallstudien in den unterschiedlichen Flusseinzugsgebieten geht jedoch trotz Durchführung des Klima-Checks nichts darauf hin, dass zielgerichtet klimawandelangepasste Maßnahmen(programme) ausgewählt wurden. Dementsprechend findet der Klimawandel auch in kaum einer der untersuchten Fallstudien nachweislich Eingang in die ökonomischen Analysen im Sinne einer Identifikation klimawandelangepasster Maßnahmen. In mehreren Fällen wird auf die zweite Bewirtschaftungsperiode ab 2015 und auf den Bedarf an weiterer Erforschung verwiesen. Gerade aus ökonomischer Sicht kann jedoch, zumindest theoretisch, eine Verschiebung von Klimaanpassungsmaßnahmen mit weitaus höheren Kosten verbunden sein.

Wenngleich aus einigen Fallstudien ein großer Bedarf an weiteren Informationen, Datenbeständen und stärker regionalisierten Modellaussagen hervorgeht, so sollte man parallel zur verstärkten Forschung die bereits vorliegenden Informationen über den Klimawandel in die Gewässerpolitik einbeziehen und möglichst no-regret oder low-regret, flexible und robuste Maßnahmen ergreifen. Die Daten- und Informationsgrundlage für diese Herangehensweise kann bereits heute als ausreichend erachtet werden.

Schlussfolgerung 2

Die Anwendung partizipativer Szenariotechnik bietet das Potential, die komplexen Rahmenbedingungen in der Planung und Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen angemessen zu berücksichtigen.

Vor dem Hintergrund einer oftmals unzureichenden Informationslage zum Klimawandel erscheint es einerseits empfehlenswert, die verfügbaren Informationen und Modellaussagen zum Klimawandel über Investitionen in naturwissenschaftliche Forschung und technische Entwicklung zu verbessern. Andererseits sollte auch die Methode der partizipativen Szenarioentwicklung angewendet werden. Sie kann eine wesentliche Hilfestellung unter bestehender (Modell-)Unsicherheit leisten, da sie gemeinsam als legitim wahrgenommene mögliche zukünftige Entwicklungen erarbeiten hilft und damit die politische Aussagekraft möglicher Entwicklungen/Szenarien stärken kann.

Ein gutes Beispiel für den potentiellen Mehrwert einer Szenario-Anwendung findet sich im Bewirtschaftungsplan für das Odense River Basin in Dänemark. Der Baseline wurden im Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse drei weitere Szenarien gegenübergestellt, um sie im Vergleich auf ihre Eignung einschätzen zu können: ein ‚mixed scenario‘ (gesteigerte Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Produktion), ein ‚wetland scenario‘ (Relevanz von Flächenstilllegungen) und ein ‚nature scenario‘ (Zielerreichung für terrestrische natürliche Habitate u.a. nach Natura 2000). Diese Szenarien wurden unter Einbeziehung renommierter Experten in den jeweiligen Bereichen erstellt und können somit Legitimationskraft entfalten. Dabei wurde festgestellt, dass die Baseline (überwiegend Maßnahmen zur Reduktion von Punktquellenbelastungen) höhere jährliche Gesamtausgaben nach sich zieht als die drei Szenarien, die zusätzlich zu Maßnahmen zur Reduktion von Punktquellen noch Verbesserungen der Grundwasserqualität und Flächenstilllegungen umfassen.

Unter Anwendung der Szenariotechnik ließe sich – auch politisch – argumentieren, dass sich weitere Maßnahmen bzw. eine andere Maßnahmenkombination unter gewissen Annahmen zukünftig als kosteneffektivere Variante herausstellen könnten und daher Berücksichtigung finden sollten. Dadurch können nicht nur anhand der verfügbaren Datenlage bereits jetzt no-/low-regret, flexible oder robuste Maßnahmen durch Integration des Klimawandels identifiziert werden, sondern auch durch Einbeziehung von Expertenwissen und repräsentativen weiteren Stakeholdergruppen legitimierte Annahmen zur möglichen zukünftigen Entwicklung in die ökonomischen Analysen zur Maßnahmenauswahl integriert werden.

Schlussfolgerung 3

Politische Entscheidungen zu Klimawandelanpassung sollten von einer verbesserten Informations- und Wissensbasis und einer möglichst breiten Nutzenbewertung profitieren – z.B. durch Pilotprojekte.

Sowohl bei der Maßnahmenauswahl anhand verfügbarer Daten als auch im Rahmen der Szenarioentwicklung sollte berücksichtigt werden, dass der Klimawandel politisch möglicherweise systematisch unterbewertet wird. Das könnte u.U. dazu verleiten, den Klimawandel nicht als wesentlichen Einfluss auf die Maßnahmenwahl nach WRRL anzusehen und dementsprechend nicht als Einflussgröße in den ökonomischen Analysen zu berücksichtigen. Damit besteht jedoch das Risiko von Fehlinvestitionen und auf lange Sicht unwirksamen Maßnahmen.

Durch Informationen und Aufklärung sollte der Klimawandel stärker ins Bewusstsein politischer Entscheidungsträger gerückt werden, so dass eine angemessene Berücksichtigung innerhalb der ökonomischen Analysen im Rahmen der WRRL-Umsetzung und der damit verbundenen Maßnahmenauswahl ermöglicht wird.

Darüber hinaus sollte die Nutzenbewertung der Maßnahmen auf möglichst breiter Basis durchgeführt werden, um potentielle Synergieeffekte von Klimaanpassung mit anderen Politikbereichen (z.B. Hochwasserschutz, Tourismus, Naturschutz, Landwirtschaft) in die Entscheidungen mit einfließen lassen zu können und ein Mainstreaming des Themas Klimaanpassung in andere Politikbereiche zu unterstützen. Dies kann durch Pilotprojekte effizient getestet und demonstriert werden, um die verschiedenen Akteure durch Praxisbeispiele zu überzeugen und die Pilotansätze im Erfolgsfalle auf weitere Flusseinzugsgebiete übertragen zu können.

7 Literatur

- Adrian, R.; O'Reilly, C. M.; Zagarese, H.; Baines, S. B.; Hessen, D. O.; Keller, W.; Livingstone, D. M.; Sommaruga, R.; Straile, D.; Van Donk, E.; Weyhenmeyer, G. A.; Winder, M. (2009): Lakes as sentinels of climate change. In: *Limnol. Oceanogr.*, 54(6, part 2), 2009, 2283–2297.
- BACC Author Team (2008): Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2009. Anhänge zum Bewirtschaftungsplan für den bayerischen Anteil der Flussgebietseinheit Donau, Anhang 03: Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) – Internationale Flussgebietseinheit Donau – Bearbeitungsgebiet Donau – Koordinierungsdokument Bayern – Baden-Württemberg.
- Beaugrand, G., Brander, K. M. (2003): Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. *Nature* 426: 661-664.
- Caldeira, K., Wickett, M. E. (2003): Oceanography - Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 6956: 365.
- Chessmann, B. C. (2009): Climate changes and 13-year trends in stream macroinvertebrate assemblages in New South Wales, Australia. *Global Change Biology* 15: 2791-2802.
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (WATECO) (2009): River Basin Management in a Changing Climate, Technical Report - 2009 – 040, Guidance document No. 24, available at http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/management_finalpdf/ EN 1.0 &a=d.
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (WATECO) (2003): Guidance Document No 1 Economics and the Environment – The Implementation Challenge of the Water Framework Directive. Available at <http://www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/docs/GuidanceDocuments/Guidancedoc1WATECO.pdf>
- Common Implementation Strategy Working Group 2 (WATECO) (2002): EU Guidance Document: Economics and the Environment. The Implementation Challenge of the Water Framework Directive. August 2002.
- Common Implementation Strategy Working Group 2 B, Drafting Group Eco 2 (2004): Assessment of Environmental and Resource Costs in the Water Framework Directive. Information Sheet prepared by DG Eco 2, Juni 2004.
- Daufresne, M., Bady, P. und Fruget, J. F. (2007): Impacts of global changes and extreme hydroclimatic events on macroinvertebrate community structures in the French Rhone River. *Oecologia* 151: 544-559.
- Dessai, S. und M. Hulme (2007): Assessing the robustness of adaptation decisions to climate change uncertainties: A case study on water resources management in the East of England. *Global Environmental Change* 17 (1): 59-72
- Domisch, S., Jähnig, S. C. und Haase, P. (2011): Climate-change winners and losers: stream macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology* 56: 2009-2020.

- DWA (2011): Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen nach Artikel 9 Wasserrahmenrichtlinie – Teil 1: Angemessene Berücksichtigung von Umwelt- und Ressourcenkosten. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2011 (58), Nr. 4, S. 362 - 369.
- ECOLAS (2005): Manual for Cost Effectiveness Analysis (CEA) in the framework of River Basin Management Plans.
- EEA (2007): Climate change and water adaptation issues. EEA Technical Report No 2/2007, available at http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_2
- Elliott M, Quintino V. (2007): The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. Marine Pollution Bulletin 54: 640–5.
- Environment Agency (2009a): River Basin Management Plan, South East River Basin District. Environment Agency, Bristol. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>
- Environment Agency (2009b): River Basin Management Plan, South East River Basin District. Annex M: Competent authorities. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>
- Environment Agency (2009c): River Basin Management Plan South East River Basin District, Annex B: Water body status objectives. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>
- Environment Agency (2009d): River Basin Management Plan South East River Basin District Annex K: Economic analysis of water use. URL verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>
- Environment Agency (2009e): Impact Assessment of the River Basin Management Plan for the South East River Basin District. Online verfügbar unter http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/SE_Impact_Assessment_-_revised_Nov09.pdf
- Environment Agency (2009f): River Basin Management Plan, South East River Basin District. Annex H: Adapting to climate change. URL verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>
- Environment Agency (2009g): River Basin Management Plan South East River Basin District, Annex E: Actions appraisal and justifying objectives. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.
- Environmental Protection Agency (EPA) of the Republic of Lithuania, Rationale for the measures of the Programme designed for achieving water protection objectives within the Nemunas River Basin District, Programme of Measures for achieving water protection objectives within the Nemunas River Basin District - Annex 2, <http://gamta.lt/files/Programm%20e%20of%20Measures%20Nemunas.pdf>
- Environment Centre Odense. (2007): Odense Pilot River Basin. Pilot project for river basin management planning. Water Framework Directive Article 13. Danish Ministry of the Environment – Environment Centre Odense.
- Euler C., Gerdes H. und Kämpf M. (2009): Sustainable Groundwater Management and Climate Change. Water And Waste 2009: 2-4.

- European Commission, DG Environment (2005): Summary Report – Viru Peipsi Catchment Area Management Plan. Tallinn
- FGG Elbe (2009): Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe. 245 S. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Elbe/BP/bewirtschaftungsplan_Textteil_national.pdf.
- Gaiser, T. und Stahr, K. (2006): Einführung in das Projekt RIVERTWIN. Fachtagung "Zukunftsperspektiven für ein integriertes Wasserressourcen-Management im Einzugsgebiet Neckars", 18.7.2006, Universität Hohenheim. S. 19-29.
- Geiler, N. (2010): Bewirtschaftungspläne nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie im Bundesweiten Vergleich, AK Wasser im BBU, GRÜNE LIGA-Seminar, 30.06.2010 Berlin.
- Görlach, B. und Interwies, E. (2004). Ermittlung von Umwelt- und Ressourcenkosten nach der Wasserrahmenrichtlinie: die Situation in Deutschland. Endbericht für das F+E-Vorhaben "Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie", FKZ 202 21 210
- Government of the Republic of Lithuania (2010a): Venta River Basin District Management Plan, <http://vanduo.gamta.lt/files/Venta%20river%20management%20plan.pdf>
- Government of the Republic of Lithuania (2010b): Rationale for the Programme of Measures for Achieving Water Protection Objectives within the Venta River Basin District, 2010.
- Greve, W., Reiners, F. (1996): Biocoenotic changes of the zooplankton in German Bight: the possible effects of eutrophication and climate. *Journal of Marine Systems*. 53: 951-956.
- Haidekker, A. (2004): The effect of water temperature regime on benthic macroinvertebrates. A contribution to the ecological assessment of rivers. Dissertation. Duisburg. Universität Duisburg-Essen, Fachbereich Biologie und Geografie.
- Hallegatte, S. (2009): Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change* 19 (2): 240-247
- Hamilton, J.; Tol, R. (2007). "The impact of climate change on tourism in Germany, the UK and Ireland: a simulation study." *Regional Environmental Change* 7 (3): 161-172.
- HELCOM (2007a): Climate Change in the Baltic Sea Area. Baltic Sea Environment Proceedings No. 111. HELCOM Thematic Assessment in 2007. URL: <http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep111.pdf>.
- HELCOM (2007b): Status of implementation of the Water Framework Directive in Lithuanian Surface Waters, Monitoring and Assessment Group Tenth Meeting - Helsinki, Finland, 8-12 October 2007
- Heltberg, R., *et al.* (2009). Addressing human vulnerability to climate change: Toward a 'no-regrets' approach. *Global Environmental Change* 19 (1): 89-99.
- Hennegriff, W., Reich, J. (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf den Hochwasserschutz in Baden-Württemberg, GEMEINDETAG BADEN-WÜRTTEMBERG BWGZ 2/2007.
- Hering, D.; Haidekker, A.; Schmidt-Kloiber A.; Barker, T.; Buisson, L.; Graf, W.; Grenouillet, W.; Lorenz, A.; Sandin, L. und Stendera, S. (2010): Monitoring the Responses of Freshwater Ecosystems to Climate Change. In: Kernan, M.; Battarbee, R.; Moss, B. (Ed.): *Climate Change Impacts on Freshwater Ecosystems*: 84-118. Chichester [u. a.u.a.].

- Hering, D.; Borja, A.; Carstensen, J.; Carvalho, L.; Elliott, M.; Feld, C.; Heiskanen, A.-S.; Johnson, R.; Moe, J.; Pont, D.; Solheim, A. & van de Bund, W. (2010): The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future. *Science of The Total Environment*: 408 (19): 4007–4019.
- Hof, C., Levinsky, I., Araújo, M. B. und Rahbek, C. (2011): Rethinking species' ability to cope with rapid climate change. *Global Change Biology* 17: 2987-2990.
- Hoppe, H.-G., Breithaupt, P., Walther, K., Koppe, R., Bleck, S., Sommer, U. und Jürgens, K.S. (2008): Climate warming during winter affects the coupling between phytoplankton and bacteria during the spring bloom: Results from a mesocosm study. *Aquatic Microbial Ecology (AME)*, Vol. 51, No. 2., p. 105–115.
- Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (2010): Bewirtschaftungsplan für die Internationale Flussgebietseinheit Oder, S. 90. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Oder/IBP/Int_BWP_Oder.pdf.
- Interwies, E.; Borchardt, D.; Kraemer, R.A.; Kranz, N.; Görlach, B.; Richter, S.; Willecke, J. und Dworak, T. (2004); Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie – Handbuch. Umweltbundesamt: Berlin.
- isw (2008a): Analyse der Kostendeckung der Wasserdienstleistungen für die Flussgebietseinheit Elbe“, Halle 2008, Online verfügbar unter http://fgg.netdiscounter.de/tl_fgg_neu/hintergrundinformationen.html?file=tl_files/Downloads/EG_W_RRL/hgi/hgd/isw_endbericht_juli_2008.pdf
- isw (2008b): Beitrag zur Wirtschaftlichen Analyse der Wassernutzung für die Flussgebietseinheit Warnow/Peene: Kostendeckung der Wassernutzungen und umweltökonomische Gesamtrechnung. Endbericht. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/hintergrund/Langfassung_wirtsch_Analyse.pdf
- Kilkus, K., Andrius Štaras, Egidijus Rimkus, Gintaras Valiuškevičius (2006): Changes in Water Balance Struc-ture of Lithuanian Rivers under Different Climate Change Scenarios Vilnius University, Department of Hydrology and Climatology <http://apini.ktu.edu/lt/Zurnalas/Straipsniai/36/01-K.Kilkus.pdf>.
- Kirhensteine, I, De Sutter, R, Van Biervliet, K, Van Tomme, I. (2005): ECOLAS project: Implementation of cost-effectiveness-analysis in the framework of river basin management plans with application on Daugava River Basin. Estonian, Latvian&Lithuanian Environment Ltd., 2005, Leipzig. <http://www.uni-leipzig.de/~dbusp/neu/data/files/event/29.pdf>.
- Klauer, B., Mewes, M., Sigel, K., Unnerstall, H., Görlach, B., Bräuer, I., Pielen, B. und Holländer, R. (2007): Verhältnismäßigkeit der Maßnahmenkosten im Sinne der EG Wasserrahmenrichtlinie - komplementäre Kriterien zur Kosten-Nutzen-Analyse. F+E Vorhaben im Auftrag der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Projekt Nr. AR 1.05.
- Kohlhas, E. (2010): Bewirtschaftungspläne in den Flussgebietseinheiten Mecklenburg-Vorpommerns. Präsentation im Rahmen des 15. Gewässersymposium des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow, 15. Juni 2010. Verfügbar unter http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/gewsymp_15_3_kohlhas_bp_mv.pdf

- Korneev, V. (2011a): Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change. Progress of the pilot project since February 2011, <http://www1.unece.org/ehlm/platform/download/attachments/24707075/Neman.pdf>
- Korneev, V. (2011b): Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change, Baseline Study Report, Central Research Institute for Complex Use of Water Resources, in the framework of the UNECE Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes Environment and Security Initiative (ENVSEC). URL http://www1.unece.org/ehlm/platform/download/attachments/25133069/Report_Neman_Baseline_Study_English_Version_final.pdf
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (2011): Abstract zum 16. Gewässersymposium des Landesamts für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern zum Thema „Aktuelle Ergebnisse der Überwachung in Oberflächengewässern Mecklenburg-Vorpommerns“. 24.5.2011, Güstrow.
- Landesumweltamt Brandenburg (2007): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit im Land Brandenburg für den Zeitraum 2001 bis 2005. Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes, Band 55: 65. <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.455126.de>
- Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra (2009): Lielupes Baseina Apgabala Apsaimiekošanas Plāns. Online verfügbar über http://www.meteo.lv/upload_file/UBA/2010-05-06/Lielupe_full.zip.
- LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2010a): Strategiepapier „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“- Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen. Ständiger Ausschuss der LAWA „Hochwasserschutz und Hydrologie (AH)“.
- LAWA (2010b): Wasserwirtschaftliche Grundsätze der Wasserversorgung und ihr Einfluss auf deren Kosten. Vorgelegt zur 140. LAWA-Vollversammlung am 23./24. September 2010 in Leipzig.
- LAWA (2009): Musterkapitel „Klimawandel“ für die Bewirtschaftungspläne. Ständiger Ausschuss der LAWA „Hochwasserschutz und Hydrologie (AH)“. 3 S.
- Lempert, R. J. und M. E. Schlesinger (2000): Robust Strategies for Abating Climate Change. Climatic Change 45 (3): 387-401.
- LUBW (2008): Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer Arbeitshilfe zur Erstellung der Maßnahmenprogramme im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplans zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- LUNG (2009a): Bewirtschaftungspläne, Maßnahmenprogramme und Ergebnisse der Strategischen Umweltprüfung für die Flussgebietseinheiten Warnow/Peene, Elbe, Oder und Schlei/Trave. Bekanntmachung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern vom 21. Dezember 2009. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Endfassung_%20Bekanntmachung_2009.pdf
- LUNG (2009b): Bewirtschaftungsplan nach Art. 13 der Richtlinie 2000/60/EG für die Flussgebietseinheit WARNOV/PEENE, S. 79. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/WarnowPeene/BP/BP_Warnow_Peene_Endredaktion.pdf
- LUNG (2009c): Maßnahmenprogramm nach Art. 11 der Richtlinie 2000/60/EG und § 36 WHG für die Flussgebietseinheit WARNOV/PEENE. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/WarnowPeene/MNP/MNP_WarnowPeene_final.pdf

MacKenzie, B. R. und Schiedek, D. (2007): Daily ocean monitoring since the 1860s shows record warming of northern European seas. *Global change biology* 13(7): 1335-1347.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2006). De strategische MKBA voor de Europese Kaderrichtlijn Water.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005a): Decemberreport KRW/WB21 2005 (Decembernote KRW/WB21 2005; in Dutch). Ministerie Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005b): In pursuit of optimal measure packages - Dutch handbook on costeffectiveness analyses for the EU Water Framework Directive

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009a): 2009-2015 Stroomgebiedbeheerplan Eems. Online verfügbar unter: <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/notas/2009/12/22/stroomgebiedbeheerplan-eems/10-sgbp-eems.pdf>

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009b): 2009-2015 Stroomgebiedbeheerplan Maas. Online verfügbar unter: <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/notas/2009/12/22/stroomgebiedbeheerplan-maas/13-sgbp-maas.pdf>

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009c): 2009-2015 Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta. Online verfügbar unter: <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/notas/2009/12/22/stroomgebiedbeheerplan-rijndelta/16-sgbp-rijndelta.pdf>

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009d): 2009-2015 Stroomgebiedbeheerplan Schelde. Online verfügbar unter: <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/notas/2009/12/22/stroomgebiedbeheerplan-schelde/19-sgbp-schelde.pdf>

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009e): 2009-2015 River basin management plans Ems, Meuse, Rhine Delta and Scheldt – a summary. Online verfügbar unter: http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/uitvoering/nationaal/item_27248/@31161/summary-sgbp/?PagCIsIdt=237136#PagCIs_237136

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2009a): Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für die Flussgebietseinheit Eider. Online verfügbar unter: http://www.wasser.sh/de/fachinformation/daten/Eider/BWP_Eider_1209/01_Druckfassung_BP_Eider_2009_12_17_verkleinert.pdf

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2009b): Maßnahmenprogramm (gem. Art. 11 EG-WRRL bzw. § 36 WHG) der Flussgebietseinheit Eider (FGE Eider) Online verfügbar unter: http://www.wasser.sh/de/fachinformation/daten/Eider/MNP_Eider_1209/MNP_Eider_Endfassung.pdf

- MLUR und MLUV (2009a): Bewirtschaftungsplan nach Art. 13 der Richtlinie 2000/60/EG für die Flussgebietseinheit Schlei/Trave. S. 90. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/SchleiTrave/BP/Druckfassung_BP_ST_2009_12_07.pdf
- MLUR und MLUV (2009b): Maßnahmenprogramm (gem. Art. 11 EG-WRRL bzw. § 36 WHG) der Flussgebietseinheit Schlei/Trave (FGE Schlei/Trave). Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/SchleiTrave/MNP/MNP_FGE_Schlei_Trave_Endfassung.pdf
- MUGV *et al.* (2009): Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG bzw. § 36 WHG für den deutschen Teil der internationalen Flussgebietseinheit Oder, S. 32. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Oder/BP/BP_Oder_1-4.pdf.
- Müller, J. (2003): Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse als Instrument zum Management von Offenlandpfllegemaßnahmen. In: INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM (ATB) (Hrsg.): Sozioökonomische Aspekte zu Perspektiven des Offenlandmanagements. Potsdam-Bornim, S.45-57 (Bornimer Agrartechnische Berichte 33).
- Neumann, T. (2010): Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study, *Journal of Marine Systems*, 81 (3): 213-224.
- Nillert, P., Schäfer D. und Zühlke K. (2008): Auswirkungen der regionalen Klimaentwicklung auf die Wasserversorgung am Beispiel Wasserwerk Potsdam Leipziger Straße. *GWF-Wasser-Abwasser*, 12, 149 (2008), 948-955.
- Nixdorf, B. *et al.* (2009): Gewässer im Klimastress? Eutrophierungsgefahr in Seen am Beispiel der Scharmützelseeregion. In: *Forum der Forschung*, Nr. 22, 2009, 99-106.
- PBL (2008): Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water.
- Petersen, J.D., Rask, N., Maden H.B. *et al.* (2009): Odense Pilot River Basin: implementation of the EU Water Framework Directive in a shallow eutrophic estuary (Odense Fjord, Denmark) and its upstream catchment. *Hydrobiologica* 629: 71 – 89.
- Poertner, H. O. und Knust, R. (2007): Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science* 315(5808): 95-97.
- Regierungspräsidium Tübingen (2009): Bewirtschaftungsplan Donau (Baden-Württemberg) Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), URL www.um.baden-wuerttemberg.de.
- Rohn, A. und Mälzer, H.-J.: Herausforderungen der Klimawandel-Auswirkungen für die Trinkwasserversorgung. Arbeitsbericht. BMBF-Verbundprojekt dynaklim. Essen.
- Salzsieder, B. (2007): Grundwasserversalzung im Land Brandenburg. www.geo.tu-freiberg.de/Hauptseminar/2008/bastian_Salzsieder.pdf.
- Ščeponavičiūtė, R., Semėnienė, D., (2006): Neris Case Study Report, AquaMoney, Development and Testing of Practical Guidelines for the Assessment of Environmental and Resource Costs and Benefits in the WFD, http://www.ivm.vu.nl/en/Images/D31%20Status%20report%20case%20study%20Neris%20Lithuania_tcm53-188714.pdf
- Schallenberg, M., Hall, C.J. und Burns, C.W. (2003): Consequences of climate-induced salinity increases on zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. *Marine Ecology Progress Series* 251: 181-189.

- Schernewski, G.; Friedland, R.; Neumann, T. (2011a): Reduzierung der Nährstofffrachten: Ziele, Maßnahmen und Perspektiven. 16. Gewässersymposium, 24. Mai 2011, LUNG, Güstrow. Online verfügbar unter: <http://waterquality.eucc-d.de/LUNG-Symposium.html>.
- Schwandt, D. (2003): Abflussentwicklung in Teileinzugsgebieten des Rheins: Simulationen für den Ist-Zustand und für Klimaszenarien, Dissertation Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät Universität Potsdam, <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2005/220/> [11.11.2011]
- Schwoerbel, J. (2005): Einführung in die Limnologie, 9.Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 340 S.
- Scottish Government (2001): Implementation of the Water Environment and Water Services (Scotland) Act 2003 and the Flood Risk Management (Scotland) Act 2009: Annual Report to the Scottish Parliament – 2010. Online verfügbar unter <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/346690/0115340.pdf>
- SEPA (2005): An economic analysis of water use in the Scotland river basin district - summary report, URL http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning/early_basin_planning_work.aspx
- SEPA (2009a): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Annex 1: Competent authorities. Online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx
- SEPA (2009b): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Chapter 2: Environmental objectives. Online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx
- SEPA (2009c): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Chapter 2 Appendices.
- SEPA (2009d): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Annex 3: Cost recovery, online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx
- SEPA (2009e): Chapter 1: State of the water environment. Siehe URL http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx
- SEPA (2009f): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Chapter 3: Achieving our environmental objectives. Online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx.
- UBA (2009): Klimawandel und marine Ökosysteme. Meeresschutz ist Klimaschutz. Dessau-Roßlau.
- van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A, van Oldenborgh, G.J., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembinder, J., Burgers, G., Komen, G., Hazeleger, W. and Drijfhout, S. (2006): KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01. De Bilt, The Netherlands.
- von Keitz, S, und M. Schmalholz (2002): Handbuch der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- Wilby, R. L. und S. Dessai (2010). "Robust adaptation to climate change." Weather 65 (7): 180-185.

Wilby, R.L., H.G. Orr, M. Hedger, D. Forrow und M. Blackmore (2006): Risks posed by climate change to the delivery of Water Framework Directive objectives in the UK. *Environment International*, Vol. 32, Issue 8, December 2006, p. 1043-1055.

WWF (2008): Klimawandel und Ästuare. Perspektiven für den Naturschutz, 69 S.
http://www.bioconsult.de/aktuell/wwf_klimawandel_aestuar30112008_lowres.pdf

Wechsung, F.; Koch, H. und Gräfe, P. (Hrsg.) (2011): Elbe-Atlas des globalen Wandels, Weißensee-Verlag, 102 S.

Zebisch, M.; Grothmann T.; Schröter, D.; Hasse, C.; Fritsch, U.; Cramer, W. (2005). Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt Forschungsbericht 201 41 253 UBA-FB 000844/e, Umweltbundesamt & Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

Webseiten

DEFRA. Water Framework Directive's implementation timetable, URL <http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/water/wfd/documents/wfdtimetable.pdf>, eingesehen am 03.02.2012

Environment Agency. „More about the South East River Basin District“. Verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/33154.aspx>

Environment Agency. Periodic Review 2009 - PR09, online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/business/sectors/33065.aspx>

ICPDR, Countries of the Danube River Basin, Last accessed: March 2012, <http://www.icpdr.org/icpdr-pages/countries.htm>.

Landesregierung Schleswig-Holstein. Wasser-Rahmenrichtlinie. Bearbeitungsgebiete. URL http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/02_WRRL/05_Planungsraeume/02_Bearbeitungsgebiete/ein_node.html, eingesehen am 27.02.2012

Live Venta, http://www.latlit.eu/eng/running_projects/liiii164_live_venta, eingesehen am 27.02.2012.

Regionaler Klimaatlas Deutschland, <http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/durchschnittliche-temperatur/deutschland/mittlereanderung.html>.

SEPA. Timetable for Scotland, eingesehen am 11.01.2012 unter http://www.sepa.org.uk/water/water_regulation/timetable_for_scotland.aspx

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)-Projekt "Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change", <http://www1.unece.org/ehlm/platform/display/ClimateChange/Neman>

Viru-Peipsi CAMP, <http://www.viru.peipsi.envir.ee/eng/index.php>, eingesehen am 27.02.2012.

<http://ecologic.eu/de/2062>, eingesehen am 27.02.2012

<http://www.zeeinzicht.nl/vleet/index.php?item=kaderrichtlijn+water>, eingesehen am 27.02.2012.

8 Anhang 1 – Steckbriefe der untersuchten Fallstudien

8.1 Ökonomische Ansätze der WRRL-Maßnahmenplanung in den Bewirtschaftungsplänen der deutschen Ostseeküstenregion

Die wesentlichen Flussgebietseinheiten (FGE) der deutschen Ostseeküstenregion liegen in den beiden Bundesländern Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern.

Schleswig-Holstein umfasst drei FGE: Eider, Elbe und Schlei/Trave. Ihre geographische Lage ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ersichtlich.

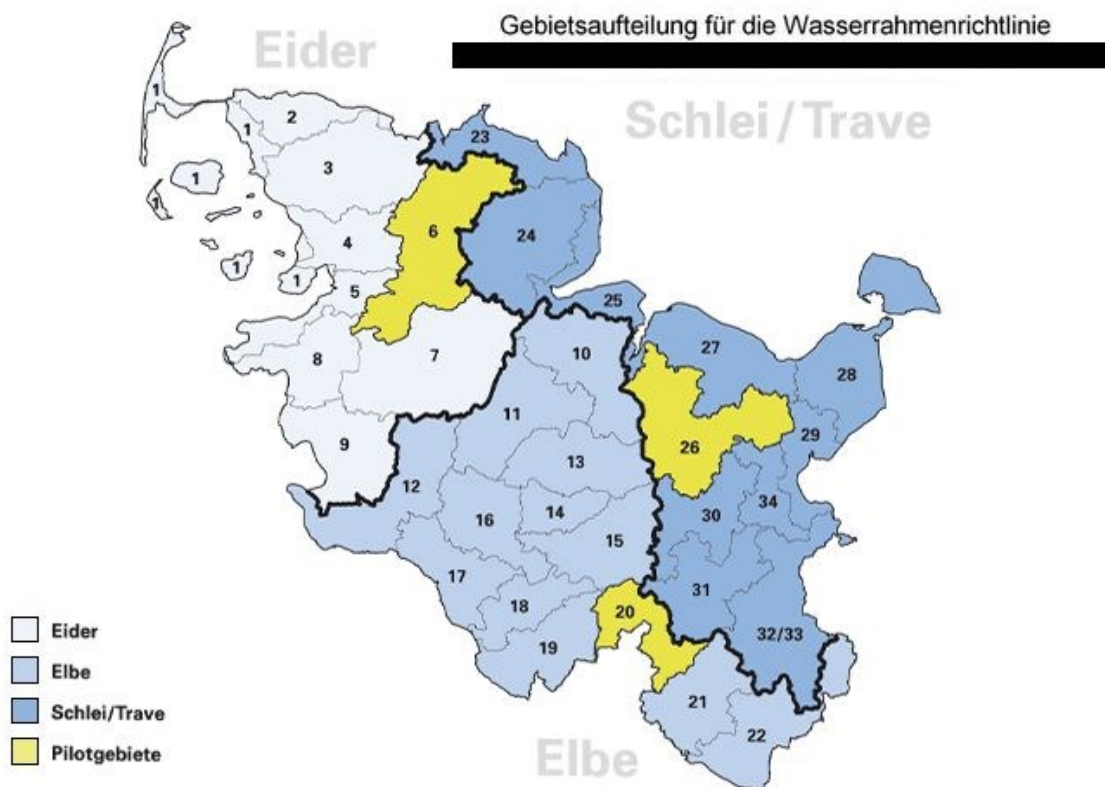


Abbildung 4: Lage der Flussgebietseinheiten in Schleswig-Holstein³¹

Mecklenburg-Vorpommern umfasst vier Flussgebietseinheiten (FGE): Schlei/Trave, Elbe, Warnow/Peene und Oder. Ihre geographische Lage ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ersichtlich.

³¹ Quelle: Landesregierung Schleswig-Holstein. Wasser-Rahmenrichtlinie. Bearbeitungsgebiete. URL http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/02_WRRL/05_Planungsraeume/02_Bearbeitungsgebiete/ein_node.html, eingesehen am 27.02.2012.

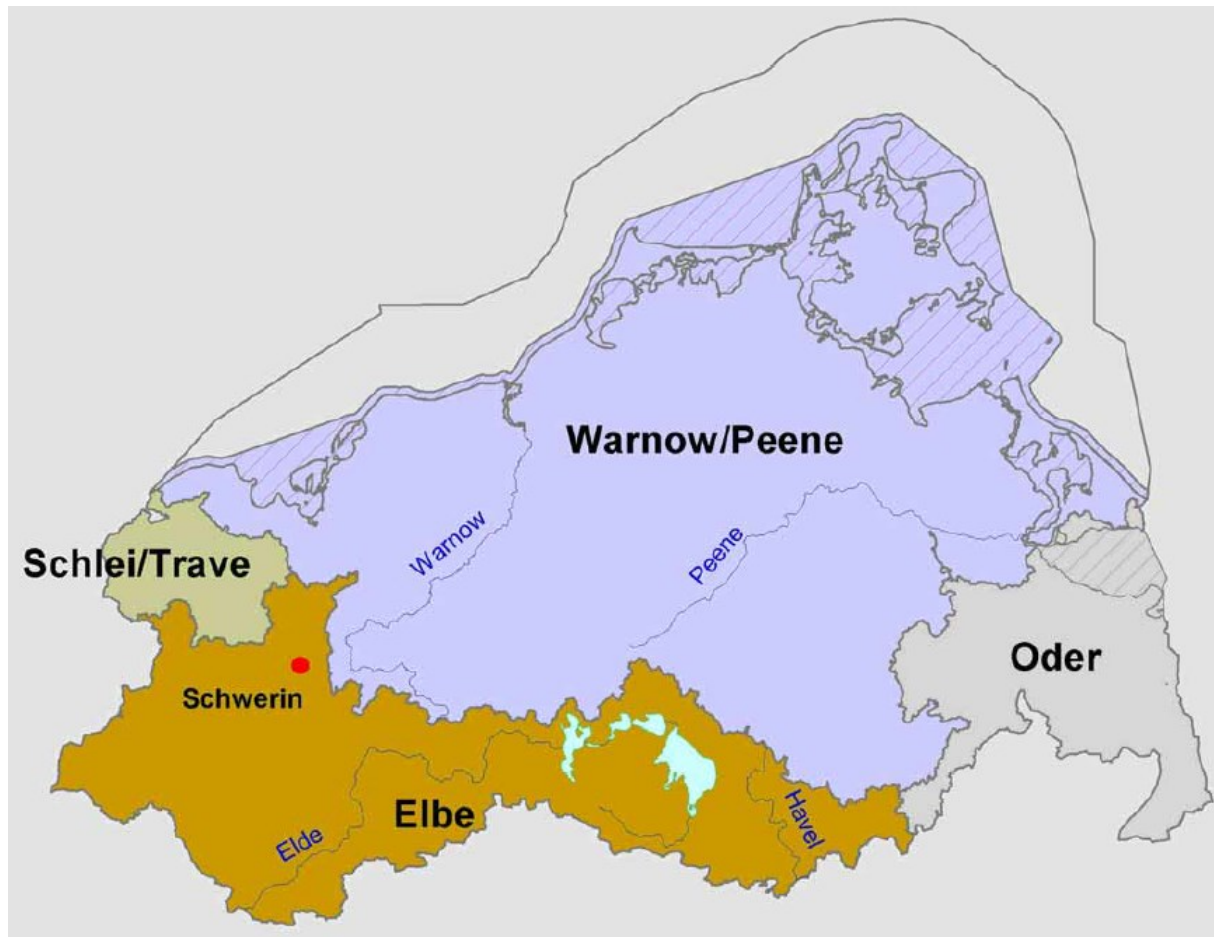


Abbildung 5: Lage der Flussgebietseinheiten in Mecklenburg-Vorpommern³²

Die beiden bundesländerübergreifenden FGE Schlei/Trave und Elbe werden jeweils in einem gemeinsamen Steckbrief dargestellt.

³² Quelle: Kohlhas, E. (2010): Bewirtschaftungspläne in den Flussgebietseinheiten Mecklenburg-Vorpommerns. Präsentation im Rahmen des 15. Gewässersymposium des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow, 15. Juni 2010. Verfügbar unter http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/gewsymp_15_3_kohlhas_bp_mv.pdf.

8.1.1 Bewirtschaftungsplan für die FGE Eider (Schleswig-Holstein)

Tabelle 9: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Eider³³

Name der Flussgebietseinheit: Eider	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Im Norden Schleswig-Holsteins (SH) gelegen umfasst die FGE Eider den überwiegenden Teil der schleswig-holsteinischen Nordseeküste und die Norddeutschen Inseln. Ein kleiner Teil der Nordseeküste in SH wird abgedeckt durch die FGE Elbe.
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	9.202 km ² , (davon 4.610 km ² Landfläche inklusive Fließgewässer und Seen sowie 4.592 km ² Küstengewässerfläche)
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	Schleswig-Holstein, Dänemark. (Die südlichste dänische FGE besitzt ein grenzüberschreitendes Einzugsgebiet mit der Wiedau. Der deutsche Anteil des Wiedau-Einzugsgebietes ist aus Gründen der Berichterstattung der FGE Eider zugeordnet.)
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 –2015
Zuständige Behörde	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig- Holstein (MLUR) Miljøministeriet, Dänemark
Gewässergüte-Ziele	<p>Gewässergüte-Ziele umfassen sämtliche Oberflächenwasserkörper (Fließgewässer, Standgewässer [Seen] und Küstengewässer) und Grundwasserkörper in der FGE Eider, einschließlich des deutschen Einzugsgebiets der Wiedau. Die Gewässergüteziele sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - guter ökologischer Zustand für 11 % der Wasserkörper - gutes ökologisches Potential für die die erheblich veränderten (59 %) und künstlichen Wasserkörper (33 %) - guter chemischer Zustand und guter mengenmäßiger Zustand der Grundwasserkörper <p>Bis 2015 werden voraussichtlich für 75 Fließgewässer, 5 Seen und 1 Küstengewässer die Gewässergüteziele erreicht. Dies sind 53 % der Wasserkörper der FGE Eider.</p> <p>Der gute mengenmäßige Zustand der Grundwasserkörper in der FGE ist bereits erreicht. 43,5 % der Grundwasserkörper haben daher ihr Gewässergüteziel bereits erreicht, dieser Zustand ist aufrechtzuerhalten. Die verbleibenden 56,4 % werden voraussichtlich ihr Ziel nicht bis 2015 erreichen und nehmen eine Fristverlängerung in Anspruch.</p> <p><u>Ausnahmen</u></p> <p>Für eine Vielzahl der Fließgewässer (60), einen Teil der Seen (5) und fast alle Küstengewässer (10), ca. die Hälfte der Grundwasserkörper (10) und dem Übergangsgewässer (1), werden Fristverlängerungen zur Erreichung der Ziele beansprucht.</p> <p>Als Begründungen werden natürliche Gegebenheiten angeführt, welche das Erreichen der Bewirtschaftungszeile bis Ende 2015 unmöglich machen. Des Weiteren werden umfangreiche Defizite im Gewässerzustand angeführt, wodurch die technische Durchführbarkeit zur Zielerreichung nur in Schritten, die über 2015 hinausgehen,</p>

³³ Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, basieren die Darstellungen im Steckbrief auf MLUR (2009a) und MLUR (2009b).

	<p>gewährleistet werden kann. In diesem Zusammenhang wäre eine Zielerreichung bis 2015 auch nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten möglich.</p> <p>Die Ausnahmeregelung weniger strenger Umweltziele wird in der FGE Eider nicht in Anspruch genommen.</p>
Stand der Umsetzung	<p>Der Bewirtschaftungsplan Eider wurde zum 21. Dezember 2009 veröffentlicht und bildet die Grundlage, die darin genannten Umweltziele bis 2015 über die Maßnahmenprogramme im ersten Bewirtschaftungszeitraum umzusetzen.</p> <p>Bis zum 22.12.2012 ist der Europäischen Kommission gemäß Art. 15 (3) WRRL ein Zwischenbericht zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms vorzulegen. Bis zum 22.12.2015 sind dann eine weitere Bestandsaufnahme zu erstellen – die über den dann vorhandenen Zustand der Oberflächen- und Grundwasserkörper berichtet – und der Bewirtschaftungsplan für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 fortzuschreiben. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Wasserkörper zu richten, die bis 2015 mit Ausnahmeregelungen belegt wurden.</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kosten-Wirksamkeits-Betrachtungen</u></p> <p>Bei der Maßnahmenermittlung wurden verschiedene Alternativen von Einzelmaßnahmen einem Variantenvergleich unterzogen. Die Varianten, die eine gleiche oder ähnliche Wirkung zeigen, konnten hinsichtlich ihrer Kosten direkt miteinander verglichen werden. Somit können die kosteneffizientesten Varianten zur Erreichung der vorab festgelegten Ziele ermittelt werden.</p> <p><i>Prioritätensetzung</i></p> <p>Bei der Bewirtschaftungsplanung wurden unter Kosteneffizienzbetrachtungen der Maßnahmen Prioritäten unter den zu entwickelnden Wasserkörpern ermittelt. Es wurden fünf Prioritätsstufen eingeführt, die sich an den Vorranggewässern und der Zielerreichung orientieren: von Stufe 1, Vorranggewässer-Wasserkörper (erreichen den guten ökologischen Zustand) bis Stufe 5, erheblich veränderte Wasserkörper ohne hinreichendes ökologisches Potenzial (keine physischen Maßnahmen möglich oder notwendige Maßnahmen unverhältnismäßig teuer).</p> <p>Den Prioritätsstufen werden dabei Prioritätsfaktoren zugeordnet, die die notwendigen Maßnahmen zur Zielerreichung von Wasserkörpern (WK) mit geringerer Priorität rechnerisch „verteuern“ und damit die Kosteneffizienz verschlechtern. Unterschiedliche Längen der Wasserkörper bei Fließgewässern werden auf einen Kilometer umgerechnet. Bei Standgewässern wird die Fläche auf einen Hektar umgerechnet. Um eine deutliche Trennung und Sortierung der Prioritätsstufen zu erhalten, steigen die Prioritätsfaktoren im Quadrat der jeweiligen Prioritätsstufe (siehe Tabelle 10).</p>

Tabelle 10: Prioritätsfaktoren Fließgewässer

Prioritätsstufe	Einstufungskriterium	Prioritätsfaktor
1	Vorranggewässer-WK (A), Ziel: GÖZ	1
2	Vorranggewässer-WK (B), Ziel: hohes ÖP, WK mit Ziel: GÖZ	4
3	Vorranggewässer-WK(C), Ziel: GÖP, HMWB-WK mit hohem Entwicklungspotenzial Ziel 2015: GÖP, langfristiges Ziel: GÖZ	9
4	HMWB-WK mit geringem Entwicklungspotenzial, Votum der AG: langfristig GÖZ	16
5	HMWB und AWB ohne wesentliches Entwicklungspotenzial	25

GÖZ = Guter ökologischer Zustand, GÖP = gutes ökologisches Potenzial, AG= Bearbeitungsgebietsarbeitsgruppe, HMWB = erheblich veränderter Wasserkörper, AWB = künstlicher Wasserkörper

Für die Berechnung der Kosteneffizienz ergibt sich daraus die folgende Berechnung:

$$KE = MK_{WK} / L_{WK} \times PF$$

KE Kosteneffizienz
 MK_{WK} Maßnahmenkosten für die Zielerreichung des WK
 L_{WK} Länge des Wasserkörpers (km)
 PF Prioritätsfaktor

Bei Standgewässern wird die Länge durch die WK-Fläche in ha ersetzt.

Die Ergebnisse dieser Berechnung resultieren in einer Sortierung der WK hinsichtlich der Kosteneffizienz der Maßnahmen. Die Berechnung betrachtet zunächst nur jeden WK für sich und Synergien bleiben unberücksichtigt. Teilprojektleiter können jedoch in entsprechend begründeten Fällen und in Abstimmung mit den Arbeitsgruppen der Bearbeitungsgebiete ausgewählte WK vorziehen, die nach der Kosteneffizienzberechnung eigentlich zurückgestellt werden müssten.

Kosten-Schwellenwert

Bei erheblich veränderten Wasserkörpern wurde ein Kosten-Schwellenwert von 245.000 Euro/km festgelegt. Der Wert wurde aus Erfahrungen vergangener Maßnahmen ermittelt. Bei Unterschreitung des Werts wurde von einer Kosteneffizienz ausgegangen. Als unverhältnismäßig teuer gelten hingegen Maßnahmen, die diesen Wert deutlich überschreiten.

Kostendeckende Wasserdienstleistungen

Die WRRL fordert die Kostendeckung der Wasserdienstleistungen, wozu in Deutschland die öffentliche Wasserversorgung und die kommunale Abwasserbeseitigung gezählt werden. Das Kommunalabgabengesetz verpflichtet SH zur Deckung der betriebswirtschaftlichen Kosten. Eine Studie des MLUR zeigte, dass in SH durchschnittlich für 100,7 % (Trinkwasser) bzw. 102,7 % (Abwasser) Kostendeckung vorliegt.

Bei der Gebührenberechnung für Wasserdienstleistungen wird in SH (sowie in ganz Deutschland) weder bei der Angebotsgestaltung noch bei der Gebührenberechnung zwischen den Abnehmern in verschiedenen Wirtschaftssektoren unterschieden. Im Rahmen der Gebührengestaltung kann es zwar zu einer mengenabhängigen Preisstaffelung kommen, beispielsweise für Großabnehmer bzw. Großeinleiter, meist aus dem industriell-gewerblichen Sektor. Dadurch wird aber der Grundsatz der Kostendeckung nicht verletzt. In SH ist daher der angemessene Beitrag der Hauptsektoren zur Kostendeckung sichergestellt.

	<p><u>Internalisierung der Umwelt- und Ressourcenkosten in SH</u></p> <p>Ressourcenkosten werden in SH nicht betrachtet, weil das Trinkwasser nahezu ausschließlich aus Grundwasser entnommen wird und das durchschnittliche potenzielle Grundwasserdargebot die Nachfrage um mehr als das Doppelte übersteigt. Die Grundwasserentnahme wird durch Entnahmegenehmigungen und -bewilligungen geregelt.</p> <p>Zur Internalisierung möglicher Umweltkosten werden u.a. Abwasser- und Entnahmeabgaben eingesetzt:</p> <p>Die Erhebung der Abwasserabgabe ist bundesweit einheitlich geregelt und richtet sich nach der Menge und Schädlichkeit des eingeleiteten Abwassers. Die Abgabemittel müssen zweckgebunden für Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands wieder eingesetzt werden. Seit 2004 werden die Fördermittel schwerpunktmäßig für Gewässerentwicklungsmaßnahmen zur Erreichung der ökologischen Umweltziele in Oberflächengewässern eingesetzt.</p> <p>Die Grundwasserentnahmeabgabe wird auf die tatsächliche mengenmäßige Grundwasserentnahme zum „Schutz des Grundwassers sowie zur Sicherung und Verbesserung seiner Bewirtschaftung“³⁴ erhoben. Die Abgabe wird auf die Grundwassernutzer umgelegt, indem die Kosten den Frischwassergebühren aufgeschlagen werden.</p> <p>Die erhobene Oberflächenwasserabgabe wird auf die tatsächliche mengenmäßige Oberflächenwasserentnahme bezogen. Die Abgabe wird zur Hälfte u.a. für Maßnahmen zum Schutz und zur Verbesserung der oberirdischen Gewässer und aquatischer Ökosysteme und zur Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung verwendet. Die andere Hälfte fließt dem allgemeinen Landeshaushalt zu. Die Abgabe wird zwecks Verwaltungsvereinfachung erst ab einem Betrag von 2.500 Euro/Jahr erhoben.</p>
<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit</p>	<p>Für die FGE Eider wird ein Temperaturanstieg der Luft von unter 2°C erwartet. Langfristig wird eine Zunahme der Niederschlagsmenge im Winterhalbjahr von mehr als 75 mm erwartet, im Sommerhalbjahr liegt die Prognose bei unter 50 mm³⁵.</p> <p>Als mögliche Klimawandelauswirkungen kommen die in Kap. 3.1 genannten Auswirkungen in Frage.</p>
<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Auswirkungen des Klimawandels auf die FGE Eider werden nicht in den ökonomischen Analysen berücksichtigt.</p> <p>Dem Maßnahmenprogramm ist ein von der Europäischen Kommission geforderter „Klima-Check“, eine Einschätzung von möglichen Klimaauswirkungen auf die Maßnahmen, beigelegt. Hierzu wurden mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Eintrittswahrscheinlichkeit und Wirkung der Maßnahmen qualitativ beurteilt. Basis für diese Beurteilung bildet Expertenwissen des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und des Umweltbundesamtes (UBA). Die Erkenntnisse sollen langfristig in den Entscheidungsprozessen der Maßnahmenplanung berücksichtigt werden. Dahinter steht das Ziel, die Gewässerbewirtschaftung bestmöglich auf die prognostizierten Klimaveränderungen abzustimmen und z.B. möglichst robuste, unter verschiedenen zukünftigen klimatischen Entwicklungen wirksame und vorteilhafte Maßnahmen</p>

³⁴ Gesetz über die Erhebung einer Grundwasserentnahmeabgabe (Grundwasserabgabengesetz - GruWAG) vom 14. Februar 1994; GVOBl. 1994, S. 141; zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.12.2006, GVOBl. SH 2006, S. 309

³⁵ Im GLOWA-Projekt Elbe wurde für den deutschen Anteil der FGE Elbe eine regionale Betrachtung der Klimaauswirkungen angestellt, die auch für die angrenzende FGE Eider als relevant angesehen wird.

	<p>identifizieren und anwenden zu können. Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum sind keine signifikanten Auswirkungen zu erwarten.</p> <p>Ein Klima-Check wurde auch in allen anderen untersuchten deutschen FGE durchgeführt. Im Ergebnis werden in keiner der untersuchten deutschen FGE signifikante Klimawandelauswirkungen für den ersten Bewirtschaftungszeitraum erwartet.</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	<p>Im Maßnahmenprogramm wird darauf hingewiesen, dass Klimaveränderungen den Eintritt und die Wirkung einer Maßnahme begünstigen oder auch verzögern können, und somit den Wirkungsgrad und letztendlich die Kosteneffizienz einer Maßnahme beeinflussen. Diese Wirkung wurde qualitativ ermittelt und als Anhang dem Maßnahmenprogramm hinzugefügt. In die Maßnahmenplanung für den Bewirtschaftungszeitraum bis 2015 ist diese Analyse nicht mit eingeflossen.</p>

8.1.2 Bewirtschaftungsplan für die FGE Schlei/Trave

Tabelle 11: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Schlei/Trave³⁶

Name der Flussgebietseinheit: Schlei/Trave	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Der überwiegende Teil der FGE erstreckt sich entlang der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Ein kleiner Teil der FGE liegt im Westen Mecklenburg Vorpommerns (MV). Dort umfasst die FGE einen kleinen Küstenstreifen der Ostsee im Bereich Pötenitzer Wiek und Dassower See.
Größe der Flussgebiets-einheit (km²)	9.218 km² insgesamt (inkl. Küstengewässerfläche); der Anteil MV beträgt knapp unter 10 % und umfasst 871 km²
Beteiligte Anrainer (andere Länder?)	Schleswig-Holstein (und dort über den Fluss Krusau/Krusaa auch Dänemark)
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV
Gewässergüte-Ziele	<p>Gewässergüte-Ziele umfassen sämtliche Oberflächenwasserkörper (Fließgewässer, Standgewässer/Seen und Küstengewässer) und Grundwasserkörper in der FGE. Beispielhaft werden die Ziele für die Fließgewässerswasserkörper in der gesamten FGE, Schleswig-Holstein und MV vorgestellt. Hier sollen bis 2015 die folgenden Gewässergüteziele erreicht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - guter ökologischer Zustand für 42,3 % aller Wasserkörper - gutes ökologisches Potential für die erheblich veränderten (55,8 % aller Wasserkörper) und künstlichen Wasserkörper (1,8 %) <p><u>Ausnahmen</u></p> <p>Ausnahmen werden in der FGE u.a. für Fließgewässerswasserkörper festgelegt. Der Großteil dieser ist durch Gewässerausbau zur Landentwässerung, für den Hochwasserschutz und die Schifffahrt intensiv ausgebaut worden. Den guten ökologischen Zustand hier zu erreichen erfordert daher ein umfangreiches Maßnahmenprogramm, das z.T. aufgrund technischer Probleme (mangelnde Flächenverfügbarkeit, großer Planungs- und Genehmigungsumfang) oder nur begrenzt verfügbarer Mittel für die Umsetzung der Maßnahmen (unverhältnismäßig hohe Kosten) nicht innerhalb des ersten Bewirtschaftungszeitraums bis 2015 umgesetzt werden kann. Daher wird für diese 187 der insgesamt 274 Fließgewässerswasserkörper eine Fristverlängerung festgelegt – das entspricht ca. 68 % der Fließgewässerslänge.</p> <p>Für 16 % der 19 Grundwasserkörper in der FGE werden Fristverlängerungen für das Erreichen des guten chemischen Zustands festgelegt, da die gegebenen natürlichen Bedingungen, wie z.B. die sehr langsamen Sickergeschwindigkeiten, die Wirkung der Maßnahmen erst mit großer Zeitverzögerung nachweisbar machen.</p>
Stand der Umsetzung ³⁷	Der Bewirtschaftungsplan wurde zum 21.12.2009 veröffentlicht und

³⁶ Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, basieren die Darstellungen im Steckbrief auf MLUR und MLUV (2009a).

³⁷ Die Angaben basieren auf LUNG (2009a): Bewirtschaftungspläne, Maßnahmenprogramme und Ergebnisse der Strategischen Umweltprüfung für die Flussgebietseinheiten Warnow/Peene, Elbe, Oder und Schlei/Trave. Bekanntmachung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern vom

	<p>bildet die Grundlage, die darin genannten Umweltziele über die Maßnahmenprogramme im ersten Bewirtschaftungszeitraum umzusetzen.</p> <p>Bis zum 22.12.2012 ist der Europäischen Kommission gemäß Art. 15 (3) WRRL ein Zwischenbericht zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms vorzulegen. Bis zum 22.12.2015 sind dann eine weitere Bestandsaufnahme zu erstellen, die über den dann vorhandenen Zustand der Oberflächen- und Grundwasserkörper berichtet, und der Bewirtschaftungsplan für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 fortzuschreiben. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Wasserkörper zu richten, die bis 2015 mit Ausnahmeregelungen belegt wurden.</p>
<p>Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)</p>	<p><u>Kosten-Wirksamkeits-Betrachtungen</u></p> <p>Kosten-Wirksamkeits-Betrachtungen finden Anwendung bei der Ermittlung verschiedener Maßnahmenalternativen im Rahmen eines Variantenvergleichs. Wenn die jeweiligen Varianten gleiche oder ähnliche Wirksamkeit zeitigen, z.B. hinsichtlich ihres Potentials zur Reduktion stofflicher Belastungen, können sie bezüglich ihrer Kosten verglichen werden. So ist es z.B. bei Fließgewässerswasserkörpern möglich, weitergehende Abwasserbehandlungsmaßnahmen mit Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffen durch die Vernässung von Niedermooren oder Agrarumweltmaßnahmen zu vergleichen und dadurch die kosteneffizientesten Maßnahmenarten für den gleichen Zweck zu ermitteln (z.B. in Euro/eingespartem kg Phosphor oder Stickstoff).</p> <p>Im Hinblick auf die Ermittlung von Kosteneffizienz wurde im Rahmen der Einstufung von Wasserkörpern als erheblich veränderte Gewässer ein Kosten-Schwellenwert festgelegt, unterhalb dessen Kosteneffizienz als gegeben angesehen wird. Dieser Kostenschwellenwert wird mit ca. 245.000 Euro/km Gewässer beziffert – ein Wert, der anhand von Erfahrungen aus bereits durchgeführten Maßnahmen ermittelt wurde. In diesem Zusammenhang gelten dann solche Maßnahmen als unverhältnismäßig teuer, die diesen Wert deutlich überschreiten.</p> <p><u>Kostendeckungsanalyse</u></p> <p>Im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung privater Haushalte ergibt die Kostendeckungsanalyse für die gesamte FGE einen Wasserpreis von 1,91 Euro/m³. Dieser Preis liegt über dem Durchschnittspreis der BRD (im Jahre 2003 betrug dieser 1,72 Euro/m³) und über dem durchschnittlichen Wasserpreis in Schleswig-Holstein im Jahre 2007 (rd. 1,80 Euro/m³).</p> <p>Mit einem Wasserpreisanstieg von 0,6 % im Jahr 2002 liegt der Preisanstieg deutlich unterhalb des Anstiegs der Lebenshaltungskosten (Inflationsrate). Es wird festgehalten, dass die gestiegenen Wasserpreise eine Lenkungswirkung hin zu einem sparsameren Umgang mit Trinkwasser erbracht haben.</p> <p>Insgesamt wird bei den bestehenden Gebühren für Wasserdienstleistungen (Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung) zwar kein 100 %iger Kostendeckungsgrad erreicht, allerdings wird dem Gebot der Kostendeckung in Schleswig-Holstein mit durchschnittlich 100,7 % (Trinkwasser) bzw. 102,7 % (Abwasser) und in MV mit ähnlichen Werten durchweg entsprochen.</p>

<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit</p>	<p>Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen aus Modellierungen und Projektionen für das gesamte Bundesgebiet lassen sich mit Blick auf die FGE folgende Klimaveränderungen ableiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperaturanstieg der Luft von etwa 1,5 °C in 70 Jahren - Anstieg der Regenmenge im selben Zeitraum im Winter um bis zu 50 mm, die Menge im Sommer wird nahezu unverändert bleiben. <p>Als mögliche Klimawandelauswirkungen kommen die in Kap. 3.1 genannten Auswirkungen in Frage.</p>
<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Aus dem Maßnahmenprogramm³⁸ für die FGE geht hervor, dass Klimawandelauswirkungen durchaus in der Lage sein können, den Eintritt der Wirkung einer Maßnahme zu begünstigen oder zu verzögern, aber auch den Wirkungsgrad und damit die Kosteneffizienz einer Maßnahme zu beeinflussen. In diesem Zusammenhang ist die Frage zu stellen, ob beispielsweise die Maßnahmenauswahl aufgrund von ökonomischen Analysen in Kenntnis potentieller zukünftiger Klimawandelauswirkungen zur Auswahl anderer Varianten oder anderer Maßnahmen führt.</p> <p>Auch in der FGE Schlei/Trave wurden die Maßnahmen einem „Klima Check“ unterzogen. Dahinter steht das Ziel, die Gewässerbewirtschaftung bestmöglich auf die prognostizierten Klimaveränderungen abzustimmen und z.B. möglichst robuste, unter verschiedenen zukünftigen klimatischen Entwicklungen wirksame und vorteilhafte Maßnahmen identifizieren und anwenden zu können. Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum werden keine signifikanten Klimawandelauswirkungen erwartet.</p>
<p>Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen</p>	<p>Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen werden bisher im Rahmen der ökonomischen Analysen nicht thematisiert. Eine Thematisierung könnte beispielsweise mit der Wahl von Maßnahmen erfolgen, welche bei potentiell eintretenden Klimaveränderungen robuster sind oder mit einer Neubewertung von Ausnahmetatbeständen.</p> <p>Allerdings könnte sich die Festlegung von Ausnahmen z.B. zur Zielerreichung bis 2015 aufgrund von unverhältnismäßig hohen Kosten im Zuge voranschreitender klimatischer Änderungen und deren Auswirkungen auf die Wasserkörper zukünftig anders darstellen. So könnten bis 2021 als mit vertretbarem Aufwand erreichbare Ziele erst bis 2027 realisierbar werden oder sogar nur mit weniger strengen Zielen insgesamt. In diesen Fällen muss sich die ökonomische Analyse auch an der Langfristperspektive orientieren, zu welchem Zeitpunkt die Ziele mit welchem Kostenaufwand und in welcher Strenge erreichbar sind.</p>

³⁸ MLUR und MLUV (2009b): Maßnahmenprogramm (gem. Art. 11 EG-WRRL bzw. § 36 WHG) der Flussgebietseinheit Schlei/Trave (FGE Schlei/Trave). Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/SchleiTrave/MNP/MNP_FGE_Schlei_Trave_Endfassung.pdf.

8.1.3 Bewirtschaftungsplan für das deutsche Einzugsgebiet der FGE Elbe

Tabelle 12: Steckbrief für das deutsche Einzugsgebiet der FGE Elbe

Name der Flussgebietseinheit: Elbe	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die Flussgebietseinheit Elbe erstreckt sich über Teil der Hoheitsgebiete der Mitgliedsstaaten Bundesrepublik Deutschland, Tschechische Republik, Republik Polen und Republik Österreich.
Größe der Flussgebietseinheit (km²)	Die Größe des Gesamteinzugsgebiets der Elbe beträgt 148.268 km², wobei der deutsche Anteil 65,5 % umfasst.
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	Freistaat Bayern, Land Berlin, Land Brandenburg, Freie und Hansestadt Hamburg, Land Mecklenburg-Vorpommern, Land Niedersachsen, Freistaat Sachsen, Land Sachsen-Anhalt, Land Schleswig-Holstein, Freistaat Thüringen
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe
Gewässergüte-Ziele ³⁹	<p>Gemäß Artikel 4 der WRRL sind die Wasserkörper zu schützen und zu sanieren, um bis zum Jahr 2015 den guten Zustand zu erreichen.</p> <p>Im deutschen Einzugsgebiet der Elbe gibt es 359 Seen und 2.775 Fließgewässer-Wasserkörper. Auf den Bereich der Übergangsgewässer entfällt 1 Wasserkörper, für Küstengewässer wurden 5 Wasserkörper ausgewiesen. Im Bereich der unteren Elbe ist ein Übergangsgewässerkörper ausgewiesen. Zudem umfasst die FGG Elbe auch die der Elbe vorgelagerten fünf Küstengewässerkörper der Nordsee mit Teilen des Wattenmeers und den Gewässern um die Insel Helgoland. Von den insgesamt 3.140 Oberflächenwasserkörpern sind 918 als erheblich verändert und 771 als künstlich eingestuft.</p> <p>Für das Grundwasser wurden 224 Wasserkörper in zwei verschiedenen Tiefenniveaus abgegrenzt.</p>
Stand der Umsetzung ⁴⁰	Der gesamte Bewirtschaftungsplan wurde drei Monate nach der Veröffentlichung am 22. März 2010 an die EU-Kommission übermittelt. Bis zum 22.12.2012 ist der Europäischen Kommission gemäß Art. 15 (3) RRL ein Zwischenbericht zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms vorzulegen. Bis zum 22.12.2015 sind eine weitere Bestandsaufnahme zu erstellen, die über den dann vorhandenen Zustand der Oberflächen- und Grundwasserkörper berichtet, und der Bewirtschaftungsplan für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 fortzuschreiben. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Wasserkörper zu richten, die bis 2015 mit Ausnahmeregelungen belegt wurden.
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kostendeckungsanalyse</u></p> <p>Die Analyse der Kostendeckung der FGG Elbe zu den Wasserdienstleistungen bezieht die Wasserversorgung (Anreicherung,</p>

³⁹ FGG Elbe (2009): Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe. 245 S. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Elbe/BP/bewirtschaftungsplan_Textteil_national.pdf.

⁴⁰ Die Angaben basieren auf LUNG (2009a): Bewirtschaftungspläne, Maßnahmenprogramme und Ergebnisse der Strategischen Umweltprüfung für die Flussgebietseinheiten Warnow/Peene, Elbe, Oder und Schlei/Trave. Bekanntmachung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern vom 21. Dezember 2009. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Endfassung_%20Bekanntmachung_2009.pdf.

	<p>Entnahme, Aufbereitung, Speicherung und Druckhaltung, Verteilung, Betrieb von Aufstauungen zum Zwecke der Wasserversorgung) und Abwasserbeseitigung (Sammlung, Behandlung, Einleitung von Schmutz- und Niederschlagswasser in Misch- und Trennsystemen) mit ein. Neben den drei deutschen regionalen Fallstudien aus dem Jahr 2005 wurden dem Bewirtschaftungsplan Daten aus allen Koordinierungsräumen der FGG Elbe zu Grunde gelegt⁴¹. Es wurde empirisch nachgewiesen, dass die Dienstleistung „öffentliche Wasserversorgung“ kostendeckend erbracht wird. Der betriebswirtschaftliche Kostendeckungsgrad (KD 1) liegt bei 105 %. Berücksichtigt man die öffentlichen Finanzierungshilfen, dann errechnet sich ein Kostendeckungsgrad (KD 2) von 101 %. Im Bereich der öffentlichen Abwasserbeseitigung errechnen sich für die FGE Elbe insgesamt Kostendeckungsgrade von 101 % (KD 1) bzw. 85 % (KD 2). Aus der großräumigen Perspektive ist also für das deutsche Einzugsgebiet der FGE Elbe auch im Abwasserbereich Kostendeckung gegeben. Daran haben allerdings öffentliche Finanzierungshilfen einen Anteil von durchschnittlich etwa 15 %, wobei die regionalen Unterschiede erheblich sind.</p> <p>Der Bewirtschaftungsplan kommt zu dem Schluss, dass das vorhandene Instrumentarium ordnungsrechtlicher und gebührenpolitischer Maßnahmen (z. B. Wasserentnahmeentgelt, Abwasserabgabe und die naturschutzrechtlichen Ausgleichszahlungen) für die Wassernutzer erhebliche Anreize zur effizienten Nutzung der Ressource Wasser setzt.</p> <p><u>Analyse unverhältnismäßig hoher Kosten</u></p> <p>Zu Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Kosten und Nutzen existiert in den verschiedenen Bundesländern kein einheitlicher Ansatz. Die Beschreibung der einzelnen Ansätze ist in Anhang A5-1 des Bewirtschaftungsplans dargestellt. Die Unverhältnismäßigkeit wird häufig als Argument für eine Fristverlängerung ins Feld geführt, ohne dass diese nachvollziehbar hergeleitet wird.</p>
<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit</p>	<p>Für das Elbeeinzugsgebiet liegen darüber hinaus umfangreiche regionale Betrachtungen über die zu erwartenden Klimaänderungen für das deutsche Einzugsgebiet vom Forschungsprojekt GLOWA ELBE (u.a. Wechsung <i>et al.</i> 2011) vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) vor. Als Ergebnisse der Projektionen sind zu nennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturanstieg von 2,1 °C bis zum Jahr 2055, • geringfügige Verminderung des Niederschlagsniveaus, • Verringerung der klimatischen Wasserbilanz um 124 mm (auf -48 mm), • fortgesetzte Umverteilung des Niederschlags vom Sommer in den Winter. <p>Die Veränderungen werden sich im Einzugsgebiet der Elbe regional unterschiedlich ausprägen.</p> <p>Als mögliche Klimawandelauswirkungen kommen die in Kap. 3.1 genannten Auswirkungen in Frage.</p>

⁴¹ Die Angaben basieren auf isw (2008a): Analyse der Kostendeckung der Wasserdienstleistungen für die Flussgebietseinheit Elbe“, Halle 2008, s. S. 60f Online verfügbar unter http://fgg.netdiscounter.de/tl_fgg_neu/hintergrundinformationen.html?file=tl_files/Downloads/EG_WRRL/hqi/hg_d/isw_endbericht_juli_2008.pdf

Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	<p>Auch in der FGE Elbe werden die Maßnahmen einem „Klima Check“ unterzogen. Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum bis 2015 sind nach derzeitigen Erkenntnissen noch keine signifikanten Auswirkungen des Klimawandels zu erwarten, dass sie schon konkret bei der Maßnahmenplanung berücksichtigt werden können.⁴²</p> <p>Im Bewirtschaftungsplan gibt es keine Integration von Aspekten des Klimawandels in den ökonomischen Analysen. In den nächsten Bewirtschaftungszyklen der betroffenen Regionen sollen verstärkt kosteneffiziente Anpassungsmaßnahmen verwendet werden.</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	Nicht thematisiert

⁴² FGG Elbe (2009): Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG bzw. § 36 WHG der Flussgebietsgemeinschaft Elbe, 34 S. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Elbe/BP/bewirtschaftungsplan_Textteil_national.pdf

8.1.4 Bewirtschaftungsplan für die FGE Warnow/Peene

Tabelle 13: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Warnow/Peene⁴³

Name der Flussgebietseinheit: Warnow/Peene	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	<p>Die FGE Warnow/Peene liegt im zentralen und nördlichen Teil Mecklenburg-Vorpommerns und nimmt den größten Anteil aller vier FGE im Bundesland ein. Im Osten der Insel Usedom grenzt sie an Polen an.</p> <p>Sie umfasst mit Ausnahme der von der FGE Schlei/Trave und der FGE Oder abgedeckten Küstenstreifen die gesamte Ostseeküste und die Inseln Mecklenburg-Vorpommerns.</p>
Größe der Flussgebiets-einheit (km²)	21.262 km², davon 7.617 km² Küstengewässerfläche in der Ein-Seemeilen-Zone
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Staaten?)	Polen
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV
Gewässergüte-Ziele	<p>Gewässergüte-Ziele umfassen sämtliche Oberflächenwasserkörper (Fließgewässer, Standgewässer/Seen und Küstengewässer) und Grundwasserkörper in der FGE. Bis 2015 ist für 53 Standgewässer und für 1 Küstengewässer der gute Zustand zu erreichen. Für 25 Grundwasserkörper ist bis 2015 der gute chemische Zustand und für 36 der gute mengenmäßige Zustand zu erreichen.</p> <p><u>Ausnahmen</u></p> <p>Für sämtliche Fließgewässer (499), den überwiegenden Teil der Küstengewässer (19), mehrere Standgewässer (29) und einige Grundwasserkörper (14 für den chemischen Zustand, 3 für den mengenmäßigen Zustand) werden Fristverlängerung zur Erreichung der Ziele festgelegt. Als Begründungen werden bestehende Defizite im Gewässerzustand angeführt, wodurch die technische Durchführbarkeit zur Zielerreichung nur in Schritten, die über 2015 hinausgehen, gewährleistet ist. In diesem Zusammenhang wäre eine Zielerreichung bis 2015 nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten möglich. Darüber hinaus erfordern auch die natürlichen Gegebenheiten längere Zeiträume zur Zielerreichung.</p> <p>Weniger strenge Umweltziele als eine weitere mögliche Ausnahme der Zielerreichung wurden im Bewirtschaftungsplan nur ein einziges Mal festgelegt: für den Küstengewässerkörper Unterwarnow. Hier kann ein guter Zustand aufgrund der vielfältigen Nutzungen und morphologischen Überprägungen sowie bestehender Einträge in den Hafenbereichen und Stofffrachten über die Warnow in die Unterwarnow bis 2027 nicht erreicht werden. Als Umweltziel wurde die geringstmögliche Verschlechterung seines Zustands festgelegt.</p>

⁴³ Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, basieren die Darstellungen im Steckbrief auf LUNG (2009b).

Stand der Umsetzung⁴⁴	<p>Der Bewirtschaftungsplan Warnow/Peene wurde zum 21. Dezember 2009 veröffentlicht und bildet die Grundlage, die darin genannten Umweltziele bis 2015 über die Maßnahmenprogramme im ersten Bewirtschaftungszeitraum umzusetzen.</p> <p>Bis zum 22.12.2012 ist der Europäischen Kommission gemäß Art. 15 (3) WRRL ein Zwischenbericht zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms vorzulegen. Bis zum 22.12.2015 sind eine weitere Bestandsaufnahme zu erstellen, die über den dann vorhandenen Zustand der Oberflächen- und Grundwasserkörper berichtet, und der Bewirtschaftungsplan für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 fortzuschreiben. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Wasserkörper zu richten, die bis 2015 mit Ausnahmeregelungen belegt wurden.</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)⁴⁵	<p><u>Analyse kostendeckender Wasserdienstleistungen</u></p> <p>Durch eine landesweite, repräsentative Primärerhebung wurden Daten bei Ver- und Entsorgungsbetrieben erhoben. Danach wird im Bereich der öffentlichen Wasserversorgung der FGE die Dienstleistung grundsätzlich kostendeckend erbracht: bei durchschnittlichen Kosten von 1,63 Euro/m³ und Erlösen von 1,74 Euro/m³ (Subventionen betragen 0,02 Euro/m³) liegt der Kostendeckungsgrad im Mittel bei 104,6 %, ohne öffentliche Finanzierungshilfen bei 103,4 %.</p> <p>Für den Bereich Abwasserentsorgung liegt der Kostendeckungsgrad bei durchschnittlichen Kosten von 4,26 Euro/m³ und Erlösen von 1,49 Euro/m³ (Subventionen betragen 0,27 Euro/m³) im Mittel bei 101,9 %. Im ländlichen Bereich spielen Subventionen eine relativ große Rolle bei der Kostendeckung, werden diese nicht berücksichtigt, so ergibt sich ein Kostendeckungsgrad von 95,5 %.</p>
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	<p>Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen aus Modellierungen und Projektionen auf nationaler Ebene werden für die FGE folgende niederschlagsbezogene klimatische Veränderungen erwartet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • moderate Änderungen der Niederschlagsmengen (-15 bis +10 %), jedoch jahreszeitlich und regional unterschiedlich (Zunahme der Winterniederschläge, besonders in Teilen Vorpommerns rückläufige Sommerniederschläge) • Abnahme der Niederschlagsmenge in der Periode 2001 bis 2050 um 3 bis 6 % im Vergleich zum Zeitraum 1951 bis 2003 • Abnahme der Verdunstung im gleichen Zeitraum um 7 bis 11 % <p>Als mögliche Klimawandelauswirkungen kommen die in Kap. 3.1 genannten Auswirkungen in Frage.</p>
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	<p>Der Klimawandel und seine möglichen Folgen werden in den Aufstellungs- und Umsetzungsprozess des Bewirtschaftungsplans einbezogen, um bei zukünftigen Veränderungen die potentiellen Auswirkungen auf die quantitativen und qualitativen gewässerkundlichen Grundlagen zu kennen und damit nachhaltige</p>

⁴⁴ Die Angaben basieren auf LUNG (2009a): Bewirtschaftungspläne, Maßnahmenprogramme und Ergebnisse der Strategischen Umweltprüfung für die Flussgebietseinheiten Warnow/Peene, Elbe, Oder und Schlei/Trave. Bekanntmachung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern vom 21. Dezember 2009. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Endfassung_%20Bekanntmachung_2009.pdf.

⁴⁵ Die Angaben basieren auf isw (2008b): Beitrag zur Wirtschaftlichen Analyse der Wassernutzung für die Flussgebietseinheit Warnow/Peene: Kostendeckung der Wassernutzungen und umweltökonomische Gesamtrechnung. Endbericht. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/hintergrund/Langfassung_wirtsch_Analyse.pdf.

	<p>Handlungsstrategien für die Umsetzung im Sinne des Vorsorgeprinzips entwickeln zu können. Allerdings wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen innerhalb der ersten BWP-Periode bis 2015 noch nicht signifikant sein werden und daher zur konkreten Berücksichtigung von Klimawandelaspekten – auch in den ökonomischen Analysen – weitere Untersuchungen erforderlich sind.⁴⁶</p> <p>Auch für die FGE Warnow/Peene werden die Maßnahmen einem „Klima Check“ unterzogen. Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum werden keine signifikanten Klimawandelauswirkungen erwartet.</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	<p>Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen werden bisher im Rahmen der ökonomischen Analysen nicht thematisiert. Eine Thematisierung könnte beispielsweise mit der Wahl von Maßnahmen erfolgen, welche bei potentiell eintretenden Klimaveränderungen robuster sind oder mit einer Neubewertung von Ausnahmetatbeständen.</p> <p>Allerdings könnte sich die Festlegung von Ausnahmen z.B. zur Zielerreichung bis 2015 aufgrund von unverhältnismäßig hohen Kosten im Zuge voranschreitender klimatischer Änderungen und deren Auswirkungen auf die Wasserkörper zukünftig anders darstellen. So könnten bis 2021 als mit vertretbarem Aufwand erreichbare Ziele erst bis 2027 realisierbar werden oder sogar nur mit weniger strengen Zielen insgesamt. In diesen Fällen muss sich die ökonomische Analyse auch an der Langfristperspektive orientieren, zu welchem Zeitpunkt die Ziele mit welchem Kostenaufwand und in welcher Strenge erreichbar sind.</p>

⁴⁶ LUNG (2009c).

8.1.5 Bewirtschaftungsplan für den deutschen Teil der IFGE Oder

Tabelle 14: Steckbrief für den deutschen Teil der IFGE Oder

Name der Flussgebietseinheit: Oder	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die FGE Oder liegt im südöstlichen Teil Mecklenburg-Vorpommerns und grenzt im Süden an Brandenburg und im Osten an Polen. Die FGE umfasst das Stettiner Haff.
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	124.049 km ² , davon 9.602 km ² auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland.
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Staaten?)	Republik Polen, Tschechische Republik. In der Bundesrepublik teilen sich Brandenburg und Sachsen Teile der FGE.
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV
Gewässergüte-Ziele	<p>Die Bewirtschaftungsziele der EG-WRRL im deutschen Teil der FGE der Internationalen FGE Oder betreffen grundsätzlich sämtliche 503 Oberflächenwasserkörper und 23 Grundwasserkörper.</p> <p><u>Ausnahmen</u></p> <p>Für die natürlichen binnenländischen Wasserkörper im deutschen Teil der Internationalen FGE Oder sind die Fristverlängerungen für 173 aller natürlichen Fließgewässer und 28 der natürlichen Standgewässer beantragt. Als Grund werden der lange Wirkzeitraum von Maßnahmen sowie die technische Realisierbarkeit der Maßnahmen angeführt.</p> <p>Von 271 im deutschen Teil der FGE Oder ausgewiesen künstlichen und erheblich veränderten Fließgewässer-Wasserkörpern, wurde bei 251 Wasserkörpern eine Fristverlängerung in Anspruch genommen.</p> <p>In der Kategorie „Küstengewässer“ wird ein Wasserkörper ausgewiesen, für den eine Fristverlängerung in Anspruch genommen wird.</p> <p>Bei 15 Grundwasserkörpern erfolgt die Zielerreichung mit Verspätung, bei 3 Wasserkörpern wurden weniger strenge Ziele festgelegt.</p>
Stand der Umsetzung ⁴⁷	<p>Die international wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen der Internationalen FGE Oder wurden Ende 2007 in einem vorläufigen Überblick veröffentlicht. Der Bewirtschaftungsplan ‚Internationale Flussgebietseinheit Oder‘ wurde zum 22. März 2010 veröffentlicht und bildet die Grundlage, die darin genannten Umweltziele über die Maßnahmenprogramme bis 2015 im ersten Bewirtschaftungszeitraum umzusetzen.</p> <p>Bis zum 22.12.2012 ist der Europäischen Kommission gemäß Art. 15 (3) WRRL ein Zwischenbericht zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms vorzulegen. Bis zum 22.12.2015 sind eine weitere Bestandsaufnahme zu erstellen, die über den dann vorhandenen Zustand der Oberflächen- und Grundwasserkörper berichtet, und der Bewirtschaftungsplan für den zweiten</p>

⁴⁷ Die Angaben basieren auf (LUNG 2009a): Bewirtschaftungspläne, Maßnahmenprogramme und Ergebnisse der Strategischen Umweltprüfung für die Flussgebietseinheiten Warnow/Peene, Elbe, Oder und Schleier/Trave. Bekanntmachung des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern vom 21. Dezember 2009. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Endfassung_%20Bekanntmachung_2009.pdf.

	<p>Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 fortzuschreiben. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Wasserkörper zu richten, die bis 2015 mit Ausnahmeregelungen belegt wurden</p>
<p>Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)⁴⁸</p>	<p><u>Analyse kostendeckender Wasserdienstleistungen</u></p> <p>Die Einschätzung der Kostendeckung für Wasserdienstleistungen konzentriert sich in erster Linie auf die Bereiche der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserbehandlung. In diesem Zusammenhang wurden Umwelt- und Ressourcenkosten berücksichtigt.</p> <p>Gemäß Anlage III EG-WRRL wurde eine Langzeitprognose des Angebotes und der Nachfrage im Bereich der Wasserwirtschaft durchgeführt, damit das Kostendeckungsprinzip der Wasserdienstleistungen in deren Langzeitentwicklung bis 2015 eingesetzt werden kann und in Relation dazu wurde eine Prognose der Wassernutzung bis 2015 erarbeitet.</p> <p>In Mecklenburg-Vorpommern wurde im Jahr 2008 eine landesweite Datenerhebung zur Kostendeckung der Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsbetriebe in den Jahren 2004 bis 2006 vorgenommen. Die Datenauswertung führt zu analogen Ergebnissen wie bei der FGE Warnow/Peene und FGE Elbe, deren flussgebietsbezogene Auswertung jeweils in einem gesonderten Gutachten dargestellt wurde. Daher können die für die FGE Oder erhobenen Ergebnisse als repräsentativ angesehen werden. Der durchschnittliche betriebswirtschaftliche Kostendeckungsgrad für die öffentliche Wasserversorgung (ohne Berücksichtigung von Subventionen) lag im deutschen Teil der IFGE Oder bei 103 %. Berücksichtigt man öffentliche Finanzierungshilfen, errechnet sich ein Kostendeckungsgrad von 102 %.</p> <p>Die Kostendeckung der Wasserdienstleistungen wird von den Mitgliedstaaten in der Internationalen FGE Oder bis 2015 sichergestellt. Anzumerken ist, dass die Kostendeckung in den einzelnen Staaten mit unterschiedlichen Instrumenten sichergestellt wurde, und zwar vor allem in Folge unterschiedlicher ökonomischer und rechtlicher Ausgangsbedingungen. In der Tschechischen Republik und in der Republik Polen wird die Kostendeckung mit Unterstützung von zentralen Finanzquellen, deren Abschaffung in der näheren Zukunft die Überschreitung der ökonomischen Zumutbarkeit für die Bevölkerung bedeuten würde, sichergestellt. Auf dem Gebiet der Mitgliedstaaten in der Internationalen FGE Oder werden zurzeit noch bis 2015 grundlegende gesetzliche und ökonomische Bedingungen für die Kostendeckung der sonstigen Wassernutzungen geschaffen.</p> <p>Im deutschen Teil der Internationalen FGE Oder ist die Kostendeckung bereits heute gegeben.</p> <p><u>Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen:</u></p> <p>Einzelne Maßnahmen werden aus Sicht des technischen Niveaus, der Effizienz und der Durchführbarkeit und gleichzeitig auch aus Sicht der Maßnahmenakzeptanz, Verteilung der Kosten, möglicher Finanzierung, des Zeitraums bis zur Wirksamkeit der Maßnahme, der ökonomischen Effizienz mittels einer Multikriterienanalyse bewertet. Vorrang haben jeweils die technisch effektivsten und ökonomisch günstigsten</p>

⁴⁸ Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (2010): Bewirtschaftungsplan für die Internationale Flussgebietseinheit Oder, S. 90. Online verfügbar unter http://www.wrrl-mv.de/doku/bekanntm/Oder/IBP/Int_BWP_Oder.pdf.

	Maßnahmen.
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	<p>Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen aus Modellierungen und Projektionen werden für die IFGE Oder folgende niederschlagsbezogenen klimatischen Veränderungen erwartet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Niederschlagssumme von einigen Prozenten im südöstlichen und östlichen Teil des Oder-Einzugsgebiets • Zunahme der Niederschlagsmenge im Winter und einer Abnahme der Niederschläge im Sommer • Häufung: längere Trockenperioden im Zeitraum Frühling bis Herbst ohne Niederschläge bzw. mit niedrigen Niederschlägen, mit hohen Lufttemperaturen von über 35 °C und kurz andauernden heftigen Regenfällen • Erhöhung der Durchschnittstemperaturen im Winter mit Häufung ergiebiger Niederschläge, immer seltener in Form von Schnee <p>Daraus ergeben sich die folgenden Klimawandelauswirkungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Verdunstung und geringere Schneemengen in den Wintermonaten • Verringerung der im Boden gespeicherten Wassermenge und Senkung des Grundwasserspiegels • Senkung der Wasserstände in Flüssen und Seen und der verfügbaren Wasserressourcen • Erhöhung des Risikos lokaler Hochwasserereignisse durch Häufung von periodischen Starkregenereignissen <p>Nach fachlicher Einschätzung sind für den ersten Bewirtschaftungszeitraum bis 2015 noch keine signifikanten Auswirkungen des Klimawandels zu erwarten.</p>
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	<p>Auch in der FGE Oder wurden die Maßnahmen einem „Klima Check“ unterzogen. Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum werden keine signifikanten Klimawandelauswirkungen erwartet.⁴⁹</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	<p>Obwohl im Bewirtschaftungsplan darauf hingewiesen wird, dass bereits heute bei Maßnahmen mit langer Nutzungsdauer (z. B. Neubau von Kläranlagen oder Hochwasserschutzmaßnahmen) die langfristigen Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden sollten, ist eine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels im Rahmen der ökonomischen Analysen bisher nicht implementiert.</p>

8.2 Ökonomische Ansätze der WRRL-Maßnahmenplanung in den Bewirtschaftungsplänen anderer (europäischer) Regionen

8.2.1 Bewirtschaftungsplan für die FGE Donau in Baden-Württemberg



Abbildung 6: Lage der FGE Donau⁵⁰

Tabelle 15: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Donau

Name der Flussgebietseinheit: Donau (Baden-Württemberg)	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die Donau deckt weite Teile des südlichen Mittel- und Südosteuropa ab. Die Flussgebietseinheit Donau umfasst 1) das Donaueinzugsgebiet, 2) die auf rumänischem Hoheitsgebiet gelegenen Einzugsgebiete des Schwarzen Meeres und 3) die Küstengewässer des Schwarzen Meeres vor der rumänischen und z.T. der ukrainischen Küste.
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	Gesamt: 801.463 km ² Baden-Württemberg (BW): 8.069 km ²
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	Die Donau hat zehn Anrainerstaaten: Deutschland, Österreich, die Slowakei, Ungarn, Kroatien, Serbien, Rumänien, Bulgarien, Moldawien und die Ukraine. Zahlreiche weitere Staaten (Albanien, Bosnien-Herzegowina, Italien,

⁵⁰ Quelle: Regierungspräsidium Tübingen (2009): Bewirtschaftungsplan Donau (Baden-Württemberg) Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), URL www.um.baden-wuerttemberg.de.

	<p>Mazedonien, Montenegro, Polen, Schweiz, Slowenien, Tschechien) haben Anteile an ihrem Einzugsgebiet.⁵¹</p> <p>Das baden-württembergische Einzugsgebiet der Donau reicht von den Höhen des Schwarzwalds im Westen bis zu Teilen der Schwäbischen Alb und der Iller im Osten.</p>
Bewirtschaftungsplan Zeitraum (von bis)	<p>Frist für das Erreichen der Bewirtschaftungsziele: 2015. Umfassend zu begründende Fristverlängerungen um zwei mal sechs Jahre (2021/2027) sind möglich. Der Bewirtschaftungsplan sieht eine Planung bis hin zur Erreichung der Ziele der WRRL vor.</p>
Zuständige Behörde	<p>Umweltministerium Baden-Württemberg Flussgebietsbehörde: Regierungspräsidium Tübingen</p> <p>Die internationale Koordination der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in der Flussgebietseinheit Donau erfolgt auf der Plattform der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau (IKSD) in Wien (http://www.icpdr.org/). Die Vertretung der deutschen Belange hat aufgrund des großen Anteils am Einzugsgebiet der Freistaat Bayern übernommen.⁵²</p>
Gewässergüte-Ziele⁵³	<p>Wesentliches Ziel in BW ist, die Lebensbedingungen für die in der WRRL referenzierten Gewässerorganismen (wirbellose Gewässertiere, Algen, Wasserpflanzen, Fische) zu schaffen. Beim Grundwasser bleibt es bei der Betrachtung von Menge und chemisch definierter Qualität.</p> <p>Zielwerte für Maßnahmen in Bezug auf den ökologischen Zustand beziehen sich auf Saprobie, Nährstoffverhältnisse/Trophie.</p> <p>Es bestehen keine Zielwerte für Hydromorphologie.</p> <p>Ziel für die Belastung mit chemischen Stoffen ist die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen (UQN) für Stoffe der Anlagen 1 sowie 3.</p> <p>Der Gütezustand der Donau und ihrer Zuflüsse hat sich stark verbessert, z. T. durch den Ausbau der Abwasserreinigung. 75 % der untersuchten Bäche und Flüsse im Bearbeitungsgebiet haben eine Güteklasse II oder besser erreicht.⁵⁴ Dennoch ist die Zielerreichung des chemischen Zustands der Flüsse für 56 % unklar, und die Zielerreichung des ökologischen Zustandes der Flüsse für 53 % unwahrscheinlich und 47 % unklar.</p> <p>Hohe Nährstoffbelastung und streckenweise geringe Fließgeschwindigkeit bedingen, dass ein erheblicher Teil der baden-württembergischen Donau zwischen Tuttlingen und Riedlingen kritisch mit sauerstoffzehrenden Stoffen belastet ist. Hierbei wirkt sich der Wasserverlust der Donau durch die Versinkung zusätzlich ungünstig aus. Zwischen Ehingen und Ulm kommen lange Strecken hinzu, die für die Erzeugung von Wasserkraft aufgestaut wurden.</p> <p>Teile der Donau (ab der Illermündung) wurden aufgrund der als</p>

⁵¹ ICPDR, Countries of the Danube River Basin, Last accessed: March 2012, <http://www.icpdr.org/icpdr-pages/countries.htm>.

⁵² Regierungspräsidium Tübingen (2009).

⁵³ LUBW 2008. Bewirtschaftungsziele für Fließgewässer Arbeitshilfe zur Erstellung der Maßnahmenprogramme im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplans zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

⁵⁴ Regierungspräsidium Tübingen (2009).

	irreversibel eingestuft. Korrekturen und der durchgehenden Wasserkraftnutzung als erheblich verändert ausgewiesen. ⁵⁵
Stand der Umsetzung	<p>Der Baden-Württembergische Landtag hat den Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen gemäß WRRL im Jahr 2009 zugestimmt. Die Verwaltung des Landes wurde mit der Umsetzung dieser Pläne beauftragt.</p> <p>Bis zum 22.12.2012 ist der Europäischen Kommission gemäß Art. 15 (3) WRRL ein Zwischenbericht zur Umsetzung des Maßnahmenprogramms vorzulegen. Bis zum 22.12.2015 sind eine weitere Bestandsaufnahme zu erstellen, die über den dann vorhandenen Zustand der Oberflächen- und Grundwasserkörper berichtet, und der Bewirtschaftungsplan für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 fortzuschreiben. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Wasserkörper zu richten, die bis 2015 mit Ausnahmeregelungen belegt wurden</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kostendeckende Wasserdienstleistungen</u></p> <p>Bei einem mittleren Wasserverbrauch der privaten Haushalte im Land von 105 Liter je Einwohner und Tag errechnet sich eine durchschnittliche jährliche Kostenbelastung von 158,50 Euro pro Person.</p> <p>In Baden-Württemberg sind aufgrund bundes- und landesrechtlicher Vorgaben das Wasserentnahmeentgelt und die Abwasserabgabe als ökonomische Instrumente im Einsatz. Beide Instrumente sind Bestandteil der betriebswirtschaftlichen Kosten der entsprechenden Wasserdienstleistungen und führen dazu, dass Umwelt- und Ressourcenkosten bereits heute in den Wasserdienstleistungen internalisiert sind.</p> <p><u>Abwasserabgabe</u></p> <p>Die rechtliche Grundlage für die Abwasserabgabe ist das Abwasserabgabengesetz (AbwAG) in Verbindung mit dem baden-württembergischen Wassergesetz (WG). Die Höhe der Abgabe richtet sich nach der Menge und der Schädlichkeit des Abwassers (oxidierbare Stoffe, Phosphor, Stickstoff, organische Halogenverbindungen, Quecksilber, Cadmium, Chrom, Nickel, Blei, Kupfer, Fischgiftigkeit) und setzt somit das Verursacherprinzip konsequent um.</p> <p>Für die Einleitung von gereinigtem Abwasser in Gewässer ist eine Abwasserabgabe an das Land zu zahlen. Diese beträgt jährlich ca. 14 Mio. Euro. Das Aufkommen aus der Abgabe wird zweckgebunden für Maßnahmen zur Erhaltung oder Verbesserung der Gewässergüte verwendet.</p> <p><u>Wasserentnahmeentgelt</u></p> <p>Baden-Württemberg hat im Jahr 1988 gemäß § 17a ff Wassergesetz für Baden-Württemberg als erstes Bundesland ein Wasserentnahmeentgelt für die Entnahme von Oberflächenwasser und Grundwasser eingeführt.</p> <p>Das Wasserentnahmeentgelt-Aufkommen hat in den vergangenen 10 Jahren im Schnitt 82 Mio. Euro p. a. betragen. Etwa die Hälfte der Einnahmen entfallen jeweils auf die Entnahme von Oberflächenwasser sowie Trink- und Grundwasser, wobei die prozentuale Verteilung</p>

⁵⁵ Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2009): Anhänge zum Bewirtschaftungsplan für den bayerischen Anteil der Flussgebietseinheit Donau, Anhang 03: Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) – Internationale Flussgebietseinheit Donau – Bearbeitungsgebiet Donau – Koordinierungsdokument Bayern – Baden-Württemberg.

	<p>zwischen den Sektoren wie folgt aussieht: Öffentliche Wasserversorgung 37 %, Energieversorgung 48 % sowie sonstiges Gewerbe und Industrie 15 %. Der Landwirtschaftssektor ist mit weniger als 1 % zu vernachlässigen.</p> <p><u>Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen</u></p> <p>In Baden-Württemberg wurden die Maßnahmen unter Orientierung am Handbuch „Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen“ (Umweltbundesamt 2/2003) ausgewählt. Für die Wirksamkeit hydromorphologischer Maßnahmen wurde eine grobe Abschätzung der Wirkung in insgesamt vier Stufen vorgenommen und diese in Bezug zu den jeweiligen Kosten gesetzt.</p> <p>Das Priorisieren der Maßnahmen erfolgt damit nach den Kriterien der ökologischen Wirksamkeit, der Einschätzung ihrer Machbarkeit (finanzielle und rechtliche) und zeitlichen Umsetzbarkeit.</p> <p>Sonstige abgabenrelevante Nutzungen: (Wasserkraft), Fischereiabgabe, Gebühren für Eingriffe in den Naturhaushalt</p>
<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit</p>	<p>Zwar werden im Bewirtschaftungsplan die zwei nachfolgend beschriebenen Forschungsprojekte benannt, die sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerumwelt der FGE Donau befassen, allerdings lassen sich auch daraus bisher nur wenige eindeutige Aussagen über das Erreichen der Ziele der WRRL zum Klimawandel treffen.</p> <p>Das Forschungsprojekt „RIVERTWIN“ bildet in umfassenden und großräumigen Szenarien die Auswirkungen der Landwirtschaft (gemeinsame Agrarpolitik), der Klimaentwicklung sowie der soziokulturellen und ökonomischen Entwicklung (Bevölkerungswachstum) auf die Oberflächengewässer und das Grundwasser in Modellrechnungen ab. Daraus lassen sich im Sinne des Baseline-Szenarios Entwicklungen ablesen, die eine Zielerreichung begünstigen bzw. einer Zielerreichung entgegenwirken. Obwohl sich das Projekt auf den Neckar bezieht, wurden Ergebnisse auf die Donau übertragen.⁵⁶</p> <p>Das zweite Projekt wendet ein Modell für nachhaltiges Wasserressourcen-Management MOSDEW (MOdel for Sustainable DEvelopment of Water resources) an. Es soll den Entscheidungsträgern helfen, den Einfluss von ökonomischen und technologischen Entwicklungen sowie die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen und des globalen Klimawandels auf die langfristige Verfügbarkeit und die Qualität der Gewässer abzuschätzen. Das Modell basiert auf einem geografischen Informationssystem, das sowohl ökologische (Wasser Verfügbarkeit, Wasserqualität) als auch ökonomische Aspekte (Wasserbedarf, Wasserentnahmen) des Wassermanagements integriert.</p> <p>In Baden-Württemberg wurden in den „Hitze- und Niedrigwasserjahren“ 2003 und 2006 biologische Sonderuntersuchungen im Zusammenhang mit wasserrechtlichen Ausnahmegenehmigungen für Kühlwassereinleiter durchgeführt, mit folgenden Ergebnissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beim Makrozoobenthos im Nahbereich der Einleitungsstellen zeigten sich ökologische Beeinträchtigungen. Bei einigen Krebsarten wurde eine erhöhte Mortalität und eine

⁵⁶ Gaiser, T. und Stahr, K. (2006): Einführung in das Projekt RIVERTWIN. Fachtagung "Zukunftsperspektiven für ein integriertes Wasserressourcen-Management im Einzugsgebiet Neckars", 18.7.2006, Universität Hohenheim. S. 19-29.

	<p>Faunenverschiebung zu weniger empfindlichen Zuckmückenlarven nachgewiesen</p> <ul style="list-style-type: none"> - In Hitzejahren wird auf größeren Streckenabschnitten Muschelsterben beobachtet (ein direkter Zusammenhang mit anderen potentiellen Auslösern des Muschelsterbens, z.B. mit einzelnen Wärmeeinleitern, konnte nicht ermittelt werden) <p>Bei zunehmender Häufung von Hitze- und Niedrigwasserperioden ist mit einer Verschärfung dieser Situation zu rechnen.⁵⁷</p> <p>Flora und Fauna in den Gewässern Baden-Württembergs haben in den vergangenen Jahrzehnten einen gravierenden Wandel erfahren, der mehr oder weniger direkt dem veränderten Klima zugeordnet werden kann:</p> <ul style="list-style-type: none"> - heimische Arten wurden verdrängt, insbesondere durch eine große Zahl von Neubesiedlern (Neozoen) aus tropischen Klimazonen, die in vielen Fällen über neue Schifffahrtswege etc. eingeschleppt werden - Regionsspezifisch zeigen die Auswertungen der Niedrigwasserabflüsse eindeutige Tendenzen: kleinere Niedrigwasserabflüsse des Einzugsgebiets der Donau bis zum Pegel Sigmaringen sowie der nördlichen Zuflüsse (Abnahmen zwischen 10 % - 20 %)⁵⁸ - deutliche Abnahmen (für das Sommerhalbjahr > 20 %) in den südlichen Zuflüssen zur Donau, im Bereich des Bodensees sowie der Gebiete entlang des Hochrheins und des südlichen Oberrheins oberhalb der Murg.
<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Eine explizite Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen ist nicht zu erkennen.</p> <p>Eingang hingegen findet der Klimawandel in die Analysen des Hochwasserschutzes zur Bemessung von Abflüssen und Hochwasserständen. Das Kooperationsvorhaben KLIWA, an dem Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz mit dem Deutschen Wetterdienst zusammenarbeiten hat zum Ziel, mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt süddeutscher Flussgebiete herauszuarbeiten, Konsequenzen aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Dafür wurden Klimaszenarien als Eingangsgrößen für die Wasserhaushaltsmodelle (WHM) verwendet, um Aussagen über die Auswirkungen der Klimaänderung kleinerer und mittlerer Hochwässer machen zu können. Der Abfluss HQ5 für ein Hochwasserereignis, das heute etwa alle fünf Jahre auftritt, steigt an der Oberen Donau um 67 %. Für die Zukunft muss also der HQ5-Wert der Oberen Donau mit dem Klimaänderungsfaktor 1,67 multipliziert werden.</p> <p>Die Ergebnisse der Untersuchungen für den Bereich Hochwasser gaben Anlass, den bisherigen Weg bei der Festlegung von Bemessungsabflüssen für Hochwasserschutzeinrichtungen zu modifizieren und aufgrund des Klimawandels einen „Lastfall Klimaänderung“ zu berücksichtigen.⁵⁹</p>
<p>Auswirkung des Klimawandels auf die</p>	<p>Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen</p>

⁵⁷ Regierungspräsidium Tübingen (2009).

⁵⁸ Regierungspräsidium Tübingen (2009).

⁵⁹ Hennegriff, W. und Reich, J., (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf den Hochwasserschutz in Baden-Württemberg, GEMEINDETAG BADEN-WÜRTTEMBERG BWGZ 2/2007.

ökonomischen Analysen	werden nicht thematisiert.
-----------------------	----------------------------

8.2.2 Bewirtschaftungspläne für die FGE Ems, Meuse, Rhein-Delta und Scheldt (Niederlande) – Zusammenfassung



Abbildung 7: Die niederländischen Flussgebietseinheiten⁶⁰

Die Informationen zu den niederländischen FGE werden im folgenden Steckbrief zusammen dargestellt.

Tabelle 16: Steckbrief für die niederländischen FGE Ems, Meuse, Scheldt und Rhein-Delta⁶¹

Name der Flussgebietseinheit	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die Niederlande sind in vier FGE beteiligt: Ems, Meuse, Rhein-Delta und Scheldt (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.). Die FGE Ems liegt im Nordosten der Niederlande, die FGE Scheldt im Südwesten. Die FGE Meuse umfasst den Südosten der Niederlande während der größte Teil der Niederlande zum FGE Rhein-Delta gehört. Die westfriesischen Inseln und der größte Anteil der Küstengebiete gehören mit zum FGE Rhein-Delta.
Größe der Flussgebiets-einheit (km ²)	FGE Ems: 2,600 km ² FGE Rhein-Delta: 31,700 km ² FGE Meuse 7,700 km ² FGE Scheldt: 3,200 km ²
Beteiligte Anrainer	Die FGE der Ems befindet sich auf deutschem und niederländischem

⁶⁰ Quelle: <http://www.zeeinzicht.nl/vleet/index.php?item=kaderrichtlijn+water>, eingesehen am 27.02.2012.

⁶¹ Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, basieren die Darstellungen im Steckbrief auf den Bewirtschaftungsplänen der FGE Ems, Rhein-Delta, Meuse, Scheldt und der Zusammenfassung der niederländischen FGE; VenW, VROM, LNV 2009

(andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	<p>Staatsgebiet, ebenso die FGE des Rhein-Deltas.</p> <p>Die FGE der Meuse verteilt sich über Frankreich, Belgien, Deutschland und die Niederlande.</p> <p>Die FGE Scheldt liegt nur zu einem kleinen Teil in den Niederlanden. Der größere Anteil liegt in Frankreich.</p>																																								
Bewirtschaftungsplan Zeitraumen (von bis)	2009 – 2015																																								
Zuständige Behörde	<p>Die formal zuständige Behörde auf nationaler Ebene ist das Ministerium für Infrastruktur und Umwelt (Ministerie van Infrastructuur en Milieu).</p> <p>Als beratendes Organ wurde das Bestuurlijk Koepeloverleg (BKO) eingeführt, ein Gremium, bestehend aus Regierung, den Wasserbehörden, Provinzen und Gemeinden.</p> <p>Aufgrund des dezentralen Systems in den Niederlanden, sind auf regionaler Ebene die Provinzen zuständig für die strategische Planung ihrer Wasserkörper. Die operationelle Planung liegt bei den regional unteren Wasserbehörden. Tabelle 17 zeigt die Anzahl der beteiligten Regierungsbehörden in den niederländischen FGE.</p> <p>Tabelle 17: Anzahl der Regierungsbehörden der niederländischen FGE</p> <table><tr><th>Government body</th><th>Rhine</th><th>Meuse</th><th>Scheldt</th><th>Ems</th></tr><tr><td>Water boards</td><td>18</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>Provinces</td><td>10</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>Municipal councils</td><td>305</td><td>121</td><td>20</td><td>24</td></tr><tr><td>Central government (VenW (incl. RWS¹), LNV and VROM)</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Government body	Rhine	Meuse	Scheldt	Ems	Water boards	18	7	3	2	Provinces	10	4	3	2	Municipal councils	305	121	20	24	Central government (VenW (incl. RWS ¹), LNV and VROM)	1	1	1	1															
Government body	Rhine	Meuse	Scheldt	Ems																																					
Water boards	18	7	3	2																																					
Provinces	10	4	3	2																																					
Municipal councils	305	121	20	24																																					
Central government (VenW (incl. RWS ¹), LNV and VROM)	1	1	1	1																																					
Gewässergüte-Ziele	<p>Gewässergüte-Ziele umfassen sämtliche Oberflächenwasserkörper (Fließgewässer, Standgewässer/Seen und Küstengewässer) und Grundwasserkörper in den niederländischen FGE. Die Gewässergüteziele sind:</p> <ul style="list-style-type: none">- guter ökologischer Zustand für 2 % der Oberflächenwasserkörper- gutes ökologisches Potential für 42 % erheblich veränderter Wasserkörper und 55 % künstlicher Wasserkörper- guter chemischer Zustand und guter mengenmäßiger Zustand für 23 Grundwasserkörper <p>Tabelle 18: Gewässergüte-Ziele der Oberflächengewässer</p> <table><tr><th>Ziel</th><th></th><th>GES</th><th colspan="2">GEP</th></tr><tr><th></th><th>Total WK</th><th></th><th>erheblich verändert</th><th>künstlich</th></tr><tr><td>Ems</td><td>22</td><td>2</td><td>8</td><td>12</td></tr><tr><td>Rhein-Delta</td><td>491</td><td>6</td><td>176</td><td>309</td></tr><tr><td>Meuse</td><td>155</td><td>8</td><td>102</td><td>45</td></tr><tr><td>Scheldt</td><td>56</td><td>2</td><td>19</td><td>35</td></tr><tr><td>Total</td><td>724</td><td>18</td><td>305</td><td>401</td></tr><tr><td>%</td><td></td><td>2</td><td>42</td><td>55</td></tr></table> <p>Die nationalen Ziele des Bewirtschaftungszeitraums 2009-2015 sind im Nationaal Water Plan (NWP) zusammengefasst.</p> <p><u>Ausnahmen</u></p> <p>Bis 2015 werden voraussichtlich für 14 % der Oberflächengewässer (99 WK) die Gewässergüteziele erreicht. Für 86 % der Oberflächengewässer werden Fristverlängerungen zur Erreichung der Ziele beansprucht.</p> <p>Von den Grundwasserkörpern werden voraussichtlich 65 % der</p>	Ziel		GES	GEP			Total WK		erheblich verändert	künstlich	Ems	22	2	8	12	Rhein-Delta	491	6	176	309	Meuse	155	8	102	45	Scheldt	56	2	19	35	Total	724	18	305	401	%		2	42	55
Ziel		GES	GEP																																						
	Total WK		erheblich verändert	künstlich																																					
Ems	22	2	8	12																																					
Rhein-Delta	491	6	176	309																																					
Meuse	155	8	102	45																																					
Scheldt	56	2	19	35																																					
Total	724	18	305	401																																					
%		2	42	55																																					

	<p>Wasserkörper (16 WK) die Gewässergüteziele erreichen. Für 35 % der Grundwasserkörper werden Fristverlängerungen zur Erreichung der Gewässergüteziele beansprucht.</p> <p>Als Begründungen werden natürliche Gegebenheiten angeführt, welche das Erreichen der Bewirtschaftungszeile bis Ende 2015 unmöglich machen. Des Weiteren werden umfangreich bestehende Defizite im Gewässerzustand angeführt, wodurch die technische Durchführbarkeit zur Zielerreichung nur in Schritten, die über 2015 hinausgehen, gewährleistet ist. In diesem Zusammenhang wäre eine Zielerreichung bis 2015 auch nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten möglich.</p>
Stand der Umsetzung	<p>Die Bewirtschaftungspläne der FGE Ems, Rhein-Delta, Meuse und Scheldt wurden am 27. November 2009 veröffentlicht und bilden die Grundlage, die darin genannten Umweltziele über die Maßnahmenprogramme bis 2015 im ersten Bewirtschaftungszeitraum umzusetzen. Die nationalen Ziele des Bewirtschaftungszeitraums 2009-2015 sind im Nationaal Water Plan (NWP) zusammengefasst. Dieser wurde am 22. Dezember 2009 beschlossen.</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Signifikante negative Effekte von Wiederherstellungsmaßnahmen</u></p> <p>Falls Wiederherstellungsmaßnahmen stark veränderter Wasserkörper, signifikante negative Effekte auf bestehende Nutzungen hätten - z. B. durch einen finanziellen oder wirtschaftlichen Schaden - können die ökologischen Ziele angepasst werden.</p> <p><u>Kosten-Wirksamkeits-Analyse</u></p> <p>Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse wird in den Niederlanden als Teil der Kosten-Nutzen-Analyse betrachtet. Eine Kosten-Wirksamkeitsanalyse wurde 2005 veröffentlicht⁶². Die Analyse präsentiert eine grobe Top-down-Schätzung der möglichen Kosten, basierend auf einer ungefähren Vorstellung relevanter Maßnahmen und einer groben Einschätzung ihrer Kosten.</p> <p>Als Hilfestellung zur Durchführung einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse durch die regionalen Wasserbehörden, wurde 2005 ein Handbuch veröffentlicht, das den schrittweisen Prozess zur Ermittlung der optimalen Maßnahmen-Kombination im Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse darlegt⁶³. Die Frage nach der Unverhältnismäßigkeit der Kosten wird in dieser Analyse mit aufgenommen, wird aber nicht definiert.</p> <p>Ein Problem dieser Analyse war es, dass die Wirksamkeit der Maßnahme meist nur qualitativ und nicht quantitativ ermittelt werden konnte.</p> <p><u>Kosten-Nutzen-Analyse</u></p> <p>Die Kosten-Nutzen-Analyse geht über die Analyse der Kosten der Maßnahmen hinaus, betrachtet zusätzlich die sozialen Konsequenzen und versucht diese zu monetarisieren. 2006 wurde eine sogenannte strategische Kosten-Nutzen-Analyse auf nationalem Level durchgeführt⁶⁴. Das Ziel dieser Analyse war es, eine erste nationale "strategische" Diskussion über die Basis-Maßnahmen der WRRL hinaus zu unterstützen.</p>

⁶² Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005a): Decemberreport KRW/WB21 2005 (Decemhernota KRW/WB21 2005; in Dutch). Ministerie Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

⁶³ Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005b): In pursuit of optimal measure packages - Dutch handbook on costeffectiveness analyses for the EU Water Framework Directive

⁶⁴ Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2006): De strategische MKBA voor de Europese Kaderrichtlijn Water.

Die Analyse führte die Daten der regionalen Wasserbehörden zusammen und präsentierte Informationen zu Kosten und Nutzen verschiedener Varianten zusätzlicher Maßnahmen. In der nationalen Analyse wurden 4 Varianten analysiert (Basismaßnahmen, Zusätzliche Maßnahmen: eingeschränkt, erweitert, maximal). Die Ergebnisse wurden im Parlament diskutiert und führten zu einer Zielsetzung in Bezug auf die zusätzlichen Maßnahmen.

Um die Kosten und Nutzen der Maßnahmen zu ermitteln, müssen die folgenden Analyseschritte durchgeführt werden (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**):

1. Definition Zielsetzungen: Hierzu wird zunächst die Null-Alternative, die Situation ohne Maßnahmen der WRRL beschrieben, sie ist Ausgangspunkt für sämtliche Kosten und Nutzen. Außerdem werden alternative Zielsetzungen, oder auch Varianten der Maßnahmen definiert.
2. Ermittlung der Maßnahmen-Kombinationen: Den Zielsetzungen entsprechend werden Maßnahmen-Kombinationen, unter Berücksichtigung einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse ermittelt. Ein Teilergebnis sind somit auch die Kosten der Maßnahmen-Kombinationen.
3. Bestimmung der Effekte für die Wasserqualität: Für alle Maßnahmen-Kombinationen werden die biologischen und chemischen Effekte auf die Wasserqualität beurteilt. Es geht hierbei um die Differenz zwischen der erwarteten Qualität ohne zusätzliche Maßnahmen der WRRL und die Qualität nach der Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen.
4. Analyse des gesellschaftlichen Nutzens: In diesem Schritt werden der gesellschaftliche Nutzen, oder auch das Wohlergehen entsprechend den Maßnahmen-Kombinationen und ihren Effekten quantifiziert und monetarisiert,. Hinzu kommt die Ermittlung der prozentualen Veränderung (Dosis-Wirkungs-Beziehungen).

Es folgten der abschließende Vergleich der Kosten und Nutzen, die Entscheidung bezüglich des angestrebten Ziels und der entsprechenden zusätzlichen Maßnahmen-Kombinationen.

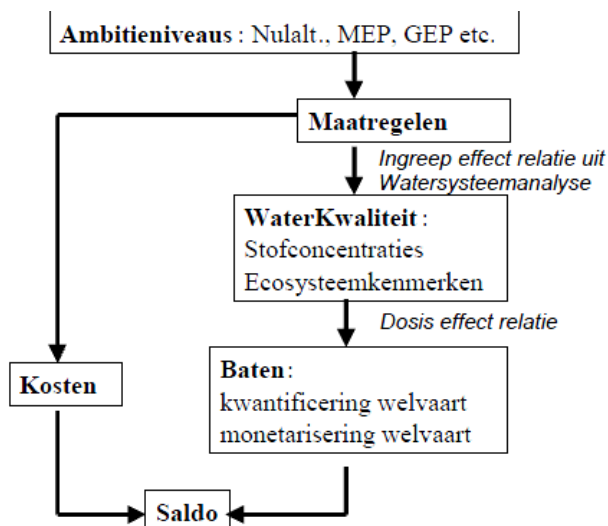


Abbildung 8: Kosten-Nutzen-Analyse in den Niederlanden

Beispiel Nutzen-Analyse von Fischarten:

Zur Quantifizierung des monetären Nutzens, wird die prozentuale Zunahme einer Fischart, als Indikator für eine Verbesserung der

	<p>Wasserqualität zunächst entsprechend dem Gebiets-spezifischen Vorkommen korrigiert (x kg pro Hektar * der Größe des Gebiets in Hektar). Dann wird die so berechnete Veränderung mit dem Preis pro Einheit multipliziert. Der Preis pro Einheit setzt sich zusammen aus dem Kilogramm-Marktpreis minus der Produktionskosten.</p> <p>Der Nutzen wird demnach wie folgt berechnet:</p> $\text{Nutzen} = \text{Veränderung [\%]} \cdot \text{Vorkommen}_{\text{gebietsspezifisch}} \cdot \frac{\text{Preis}}{\text{Einheit}}$ <p>Die Analyse ergab die folgenden Kosten und Nutzen für die drei Varianten der zusätzlichen Maßnahmen (siehe Tabelle 19). Das Kabinett hat auf Grund dieser Informationen beschlossen, dass die Bewirtschaftungspläne von der erweiterten Variante der zusätzlichen Maßnahmen ausgehen sollen.</p> <p>Tabelle 19: Kosten und Nutzen der zusätzlichen Maßnahmen</p> <table><tr><th></th><th>eingeschränkt (Milliarden Euro)</th><th>erweitert (Milliarden Euro)</th><th>maximal (Milliarden Euro)</th></tr><tr><td>Kosten</td><td>7,3</td><td>13,3</td><td>22,4</td></tr><tr><td>Nutzen</td><td>1,7</td><td>4,6</td><td>5,0</td></tr></table> <p>2008 wurde eine weitere Analyse durchgeführt, die Ex ante Evaluierung⁶⁵. In dieser Analyse lag der Schwerpunkt auf den so genannten "Priority-Paketen", Maßnahmen-Kombinationen, die von den regionalen Behörden für die Bewirtschaftungspläne vorgeschlagen waren. Die Analyse diente demnach mehr einer detaillierten Informationserfassung zu Kosten und Nutzen der vorgeschlagenen Maßnahmen. Desweiteren wurden die erwartete Verbesserung des ökologischen Zustands und die Folgen für Gesellschaft und betroffene Sektoren präsentiert.</p>		eingeschränkt (Milliarden Euro)	erweitert (Milliarden Euro)	maximal (Milliarden Euro)	Kosten	7,3	13,3	22,4	Nutzen	1,7	4,6	5,0
	eingeschränkt (Milliarden Euro)	erweitert (Milliarden Euro)	maximal (Milliarden Euro)										
Kosten	7,3	13,3	22,4										
Nutzen	1,7	4,6	5,0										
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	<p>Eine Einschätzung der möglichen Klimaauswirkungen auf die niederländischen FGE ist den Bewirtschaftungsplänen beigelegt. Die Einschätzung basiert auf 4 Klimaszenarien des Niederländischen Königlichen Meteorologischen Instituts (KNMI)⁶⁶. Es werden die folgenden klimatischen Veränderungen erwartet:</p> <ul style="list-style-type: none">- mittlerer Temperaturanstieg im Sommer zwischen 0,9 und 2,8 °C und im Winter zwischen 0,9 und 2,3 °C- Abnahme des Niederschlagsmittels im Sommer um bis zu 19 %, Zunahme im Winter um bis zu 14,2 %- Zunahme von Extremniederschlägen im Sommer und Winter- Zunahme der Windgeschwindigkeit um bis zu 4 %- Anstieg des Meeresspiegels bis 2050 um 15 – 35 cm und bis 2100 um 35 – 85 cm <p>Die Auswirkungen des Klimawandels auf die (ökologische) Wasserqualität wird in drei Kategorien unterteilt:</p> <ul style="list-style-type: none">- direkte (physikalische) Effekte, wie die Veränderung der Wasserstände, Wassertemperaturen und Abflussregime;												

⁶⁵ PBL (2008): Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water

⁶⁶ van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A., van Oldenborgh, G.J., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembinder, J., Burgers, G., Komen, G., Hazeleger, W. and Drijfhout, S. (2006): KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01. De Bilt, The Netherlands.

- (physikalisch-chemische Effekte wie zunehmende Versalzung durch das Eindringen von Salzwasser, bei geringer Abflussmenge, höhere Konzentrationen von Nährstoffen, höhere Wahrscheinlichkeit von Algenblüten;
- biologische Effekte, wie die Reduzierung oder das Verschwinden von Arten und die Verlagerung der Verbreitungsgebiete der Arten.

Tabelle 20 zeigt eine Einschätzung der Empfindlichkeit der Wasserkörper für verschiedene Auswirkungen.

Tabelle 20: Einschätzung der Empfindlichkeiten der Wasserkörper

Impact	Watertypes				
	Still waters (lakes)	Flowing waters (rivers)	Coastal waters	Transitional waters	Groundwater
Eutrophication	●	●	●	●	●
Salinisation	●	●	●	●	●
Regulation of water level (fluctuations)	●	●	●	●	●
Discharge dynamics	●	●	●	●	●
Connectivity	●	●	●	●	●
Thermal load	●	●	●	●	●

●	almost always sensitive	●	sensitivity minor or heavily dependent on local circumstances
●	sensitive where affected	●	negligible

Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen

Das Handbuch zur Kosten-Wirksamkeits-Analyse geht nicht auf mögliche Effekte des Klimawandels auf die Wirksamkeit der Maßnahmen und dementsprechend auch nicht auf die Kosten ein.

In der Kosten-Nutzen-Analyse werden Aspekte des Klimawandels nur unter der Beschreibung möglicher Nutzen genannt. Der Nutzen für den Klimaschutz liegt hier vor allem bei der Kohlenstoffspeicherung durch Biomasse in und entlang der Gewässer, die durch die WRRL-Maßnahmen positiv beeinflusst werden kann.

Dem Maßnahmenprogramm ist der von der Europäischen Kommission geforderte „Klima-Check“⁶⁷ – eine Einschätzung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf die geplanten Maßnahmen – beigefügt.

Für keine Maßnahme nimmt die Wirkung als Folge der Klimaveränderung stark ab. Die meisten Maßnahmen wurden als neutral oder sogar positiv eingeschätzt. Das bedeutet, dass die Wirksamkeit dieser Maßnahmen unter Berücksichtigung des Klimawandels unbeeinflusst ist, oder sogar zunimmt. Trotz erheblicher Unsicherheit über die Klimaauswirkungen, gibt es viele sogenannte "no regret" Maßnahmen, die auch ohne die Berücksichtigung der Klimaauswirkungen als sinnvoll betrachtet werden.

Wie mit den anderen EU Mitgliedsstaaten abgesprochen, soll der Klimawandel und seine Auswirkungen ein integraler Bestandteil der Bewirtschaftungspläne ab dem zweiten Bewirtschaftungszeitraum (2015-2021) werden. Als Hilfestellung wurde hierzu das CIS Guidance Papier "River basin management in a changing climate" veröffentlicht⁶⁸.

In Erwartung neuer wissenschaftlicher Ergebnisse zu klimabedingten

⁶⁷ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (WATECO) (2009): River Basin Management in a Changing Climate, Technical Report - 2009 – 040, Guidance document No. 24.

⁶⁸ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) (WATECO) (2009).

	Temperaturveränderungen und den Wasserständen sind zusätzliche Maßnahmen für den zweiten Bewirtschaftungsplan vorgesehen. Auch die Gewässergüteziele könnten hinsichtlich dieser Erkenntnisse angepasst werden.
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	Nicht thematisiert

8.2.3 Bewirtschaftungsplan für den Southeast River Basin District (England)

Tabelle 21: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Southeast River Basin District

Name der Flussgebietseinheit: Southeast River Basin District	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Das Southeast River Basin District liegt im Südosten Englands und umfasst die Küstenbereiche von Margate und Canterbury im Osten bis Southampton und Newport (Isle of Wight) im Westen. Die FGE umfasst damit u.a. die North und South Downs sowie die White Cliffs. ⁶⁹
Größe der Flussgebiets-einheit (km²)	> 10.000 km² ⁷⁰
Beteiligte Anrainer (andere Länder?)	England
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde⁷¹	Department for Environment, Food and Rural Affairs Environment Agency
Gewässergüte-Ziele⁷²	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2015 sollen 18 % der Oberflächengewässer – 74 Wasserkörper – eine Verbesserung ihres Zustandes erzielen, das bezieht sich auf etwa 710 km Flüsse oder Kanäle. • Weiterhin sollen bis 2015 23 % der Gewässer mindestens einen guten ökologischen Zustand bzw. gutes Potential aufweisen und mindestens 47 % der Oberflächengewässer in gutem biologischen Zustand sein. • Insgesamt sollen sich 88 % der Oberflächengewässer in gutem chemischen Zustand befinden, und 23 % in insgesamt gutem Zustand sein bzw. gutes Potential aufweisen. • Von den 199 künstlichen und stark veränderten Wasserkörpern sollen im Jahr 2015 11% mindestens ein gutes ökologisches Potential aufweisen. • Von den 212 natürlichen Oberflächenwasserkörpern sollen bis 2015

⁶⁹ Siehe Environment Agency (2009a): River Basin Management Plan, South East River Basin District. Environment Agency, Bristol. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.

⁷⁰ Siehe Website der Environment Agency „More about the South East River Basin District“. Verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/33154.aspx>.

⁷¹ Die Angaben zu den zuständigen Behörden basieren auf Environment Agency (2009b): River Basin Management Plan, South East River Basin District. Annex M: Competent authorities. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.

⁷² Die Angaben zu den Gewässergüte-Zielen basieren auf Environment Agency (2009a) und auf Environment Agency (2009c): River Basin Management Plan South East River Basin District, Annex B: Water body status objectives. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.

	<p>34 % in gutem ökologischen Zustand sein.</p> <p><u>Ausnahmen:</u></p> <p>Gemäß dem River Basin Management Plan (RBMP) kann ein guter Zustand bis 2015 für 76 % der Flüsse, 74 % der Seen, 100 % der Ästuar, 82 % der Küstengewässer und 67 % des Grundwassers nicht erreicht werden.</p> <p>Die Identifikation zusätzlicher kosteneffektiver und verhältnismäßiger Maßnahmen ist eingeschränkt, da die biologischen und die Monitoring-Werkzeuge zur Klassifizierung vieler Wasserkörper noch in der Entwicklung sind.</p> <p>Für diese Gewässer soll ein insgesamt guter Zustand bzw. Potential bis 2021 oder 2027 erreicht werden.</p> <p>Die Stressoren (Klimawandel und seine Auswirkungen) werden sich in diesem Zeitraum allerdings ebenfalls verändern. Daher ist nicht auszuschließen, dass ein guter Zustand für manche Gewässer bis 2027 technisch nicht zu erreichen oder nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten zu erreichen ist.</p>
Stand der Umsetzung ⁷³	<p>Ziel der nächsten Phase – nach Erstellung des ersten finalen RBMP, der im Dezember 2009 veröffentlicht wurde – ist es, die Maßnahmenprogramme bis 2012 vollständig operationalisierbar zu machen.</p> <p>Daran anschließend ist im Jahr 2014 der zweite Entwurf des RBMP zu veröffentlichen. Der erste Planungszyklus endet 2015 mit der Finalisierung und Veröffentlichung des zweiten RBMP mit einem überarbeiteten Maßnahmenprogramm. Am Ende des Jahres 2015 sind die Umweltziele des ersten RBMP zu erreichen.</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele) ⁷⁴	<p>Im Rahmen des Southeast RBMP wurden die folgenden ökonomischen Analysen durchgeführt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kosten-Wirksamkeits-Analyse im Hinblick auf den Fortschritt bei der Umsetzung kosteneffektiver Maßnahmenprogramme und der Identifizierung bestehender Lücken in den Programmen 2. Kosten-Nutzen-Analyse der im RBMP benannten Maßnahmen <p>Im Southeast River Basin District wurden u.a. die Kosten für die Umsetzung der im RBMP genannten Maßnahmen (z.B. zur Untersuchung und Entwicklung geeigneter Maßnahmen gegen Einträge aus Punktquellen und gegen Beeinträchtigungen aus Wasserentnahmen, für Informationskampagnen oder die Stärkung extensiver Landwirtschaftspraktiken) für staatliche Stellen und Unternehmen auf 56,4 Mio. £ geschätzt. Dem steht ein Nutzen in Höhe von 9 Mio. £ gegenüber, der sich aus der Zahlungsbereitschaft der Haushalte für das Erreichen eines guten ökologischen Zustands ergibt. Das umfasst insbesondere die ästhetischen Werte und die Erholungswerte der biologischen Vielfalt und einer intakten Gewässerumwelt.⁷⁵</p>

⁷³ Siehe DEFRA-Website Water Framework Directive's implementation timetable, URL <http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/water/wfd/documents/wfdtimetable.pdf>, eingesehen am 03.02.2012.

⁷⁴ Die Angaben zu den ökonomischen Analysen basieren auf Environment Agency (2009d): River Basin Management Plan South East River Basin District Annex K: Economic analysis of water use. URL verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.

⁷⁵ Siehe Environment Agency (2009e): Impact Assessment of the River Basin Management Plan for the South East River Basin District. Online verfügbar unter http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/SE_Impact_Assessment_-_revised_Nov09.pdf.

	<p>Eine Kostendeckungsanalyse bezüglich des finanziellen Aufwandes für die öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung wurde von den jeweiligen Körperschaften im Southeast River Basin District durchgeführt.</p>
<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit⁷⁶</p>	<p>Nach den Klimaprognosen für Großbritannien (UKCP09) werden die Sommer im Southeast River Basin District wärmer (um ca. 2.7 °C) und trockener (Abnahme der Niederschläge um ca. 18 %), die Winter hingegen feuchter (Niederschlagszunahme um ca. 16 %), aber auch wärmer (um ca. 2.2 °C). Der Meeresspiegel in der Region wird ansteigen.</p> <p>Damit sind sowohl direkte Einflüsse auf den Zustand der Wasserumwelt verbunden, als auch indirekte, da mit den klimatischen Veränderungen auch die Auswirkungen, die menschlichen Aktivitäten auf die Gewässer haben zunehmen dürften (z.B. Zunahme des Bedarfs an Trink- und Brauchwasser im Tourismus, zur Bewässerung in der Landwirtschaft und zwecks Kühlung für industrielle Prozesse). Der Südosten Englands ist im Bereich des Wasserdargebots und der öffentlichen Wasserversorgung bereits Wasserstress ausgesetzt und es wird erwartet, dass sich dieser Stress durch den Klimawandel verschlimmert.</p> <p>Der Klimawandel könnte sich ebenfalls auf die Fischereiwirtschaft und die aquatische Biodiversität auswirken. So ist denkbar, dass sich Krankheiten in Fischzuchten mit zunehmender Temperatur und Trockenheit verstärken und auch auf natürliche Bestände übergreifen. Auch wird erwartet, dass die mit zunehmenden Starkregenereignissen einhergehenden höheren Abflussmengen mehr Schad- und Nährstoffe z.B. von landwirtschaftlichen Nutzflächen auswaschen und in die Gewässer eintragen. Mit ansteigenden Temperaturen können sich gebietsfremde invasive Arten besser ausbreiten und in den Ökosystemen etablieren. In vielen Fällen gedeihen ihre Populationen auf Kosten der heimischen Flora und Fauna in den Gewässern. Das trifft z.B. auf den Nordamerikanischen Signalkrebs (<i>Pacifastacus leniusculus</i>) zu.</p> <p>Es wird davon ausgegangen, dass die Bevölkerung und die Urbanisierung im Southeast River Basin District weiter zunehmen werden. Die Landwirtschaft wird sich sowohl auf die klimatischen Veränderungen, als auch auf mitunter verändernde Marktbedingungen, finanzielle Anreize und regulatorische Anforderungen einstellen müssen.</p>
<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung sollen insbesondere solche Maßnahmen identifiziert und ausgewählt werden, die langfristig bei einer Vielzahl eventueller klimatischer Entwicklungen möglichst zu Synergieeffekten (win-win option) führen und die zu keinen (no-regrets option) oder nur zu geringen (low-regrets / limited regrets option) Kosten führen und die möglichst flexibel an die veränderten Bedingungen angepasst werden können (flexible option)⁷⁷</p> <p>Win-win option: kosteneffektive Anpassungen, die Klimarisiken minimieren oder potentielle Chancen nutzen helfen und gleichzeitig andere soziale, ökonomische oder ökologische Vorteile mit sich bringen (z.B. hilft eine effizientere Wassernutzung sowohl der Anpassung bei Wasserknappheit, als auch der Einsparung von Kosten und der</p>

⁷⁶ Die Angaben basieren auf Environment Agency (2009f): River Basin Management Plan, South East River Basin District. Annex H: Adapting to climate change. URL verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.

⁷⁷ Environment Agency (2009f).

	<p>Reduktion des Aufwandes für die Abwasserbeseitigung)</p> <p>No-regrets option: siehe 3.5.1</p> <p>Low-regrets option: siehe 3.5.2 Flexible adaptation option: siehe 3.5.3</p> <p>Darüber hinaus beinhalten die ökonomischen Analysen Aspekte des Klimawandels dadurch, dass die Kosten von CO₂-Emissionen in die Analyse unverhältnismäßig hoher Kosten für Maßnahmen einbezogen werden. Insgesamt zielt diese Integration darauf ab, den Beitrag des RBMP auf CO₂-Emissionen zu untersuchen, um unnötige zusätzliche Emissionen möglichst zu vermeiden. Die CO₂-Kosten wurden im Periodic Review für 2009⁷⁸ für die Wasserwirtschaft quantifiziert, da hier die signifikantesten Emissionen durch zusätzliche Wasserbehandlung, Errichtung neuer oder Verbesserung bestehender Anlagen gesehen werden. Der Großteil anderer Maßnahmen sowie anderer sektoraler Maßnahmen hat aller Wahrscheinlichkeit nach nur einen geringen Anteil an zusätzlichen Emissionen, da es sich hierbei nicht um emissionsreiche Maßnahmen, sondern vor allem um Untersuchungen, Partnerschaften oder Aufrufe zu best practice handelt.⁷⁹</p> <p>Die Befunde ergeben, dass der CO₂-Emissionsbeitrag der RBMP-Maßnahmen zur Erreichung des guten Zustands gegenwärtig nur etwa 0,11 Tonnen pro Jahr beträgt. Damit ist der Beitrag zu gering, als dass er einen wesentlichen Unterschied im Rahmen der Analyse unverhältnismäßig hoher Kosten machen würde. Durch in der Zukunft möglicherweise ansteigende Opportunitätskosten von CO₂ könnten diese Beiträge jedoch deutlich zunehmen und die Investmententscheidungen in den Bewirtschaftungsplänen stark beeinflussen.⁸⁰</p>
<p>Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen</p>	<p>Die Festlegung von Ausnahmen für die Frist zur Zielerreichung aufgrund von unverhältnismäßig hohen Kosten kann sich im Zuge voranschreitender klimatischer Änderungen und deren Auswirkungen auf die Wasserkörper zukünftig anders darstellen. So könnten einerseits bis 2021 als mit vertretbarem Aufwand erreichbare Ziele erst bis 2027 realisierbar werden oder sogar nur mit weniger strengen Zielen insgesamt. Andererseits könnte sich durch den Klimawandel im Zuge des Gewässermonitorings ergeben, dass Wasserkörper entgegen erster Annahmen zukünftig die Umweltziele nicht mehr fristgemäß oder nur in geringerer Strenge erreichen können.</p> <p>In diesen Fällen muss sich die ökonomische Analyse auch an der Langfristperspektive orientieren, zu welchem Zeitpunkt die Ziele mit welchem Kostenaufwand und in welcher Strenge erreichbar sind.</p>

⁷⁸ Siehe Website der Environment Agency: Periodic Review 2009 - PR09, online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/business/sectors/33065.aspx>.

⁷⁹ Environment Agency (2009a) und Environment Agency (2009g): River Basin Management Plan South East River Basin District, Annex E: Actions appraisal and justifying objectives. Online verfügbar unter <http://www.environment-agency.gov.uk/research/planning/124978.aspx>.

⁸⁰ Environment Agency (2009a).

8.2.4 Bewirtschaftungsplan für den Scotland River Basin District (Schottland)

Tabelle 22: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Scotland River Basin District

Name der Flussgebietseinheit: Scotland river basin district	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	<p>Das Scotland river basin district umfasst den größten Teil Schottlands sowie alle vorgelagerten Inseln im Norden und Nordwesten.</p> <p>Die im südlichen Teil Schottlands gelegenen großen Flusseinzugsgebiete erstrecken sich über die Grenze nach England hinein und sind Bestandteil des Solway Tweed river basin district.</p> <p>Im Südosten Schottlands schließt auf der englischen Seite das Northumbria river basin district an.</p>
Größe der Flussgebiets-einheit (km²)	113,920 km²
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	-
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	<p>Zuständige Behörden sind:⁸¹</p> <ul style="list-style-type: none"> - Scottish Ministers (Premierminister, andere vom Premierminister berufene Scottish Ministers und der oberste Justitiar der Exekutive bzw. der schottische Generalstaatsanwalt) - Scottish Environment Protection Agency (SEPA)
Gewässergüte-Ziele	<p>Der Bewirtschaftungsplan (River Basin Management Plan, RBMP) sieht als übergreifendes Ziel vor, für 98 % aller Wasserkörper bis 2027 einen guten Zustand oder besser zu erreichen.⁸²</p> <p>Die entsprechenden Verbesserungen sollen in den drei Perioden 2009 – 2015, 2015 – 2021 und 2021 – 2027 umgesetzt werden.</p> <p>Für den geringen Anteil an Gewässern, für die bis 2027 kein guter Zustand umsetzbar ist, sollen alle mit vertretbarem Aufwand erreichbaren Verbesserungen unternommen werden.</p> <p><u>Ausnahmen</u></p> <p>Für mehrere Wasserkörper wurden von der SEPA Ausnahmen von den Gewässergütezielen aufgrund unverhältnismäßig hoher Kosten für die Zielerreichung festgelegt.⁸³</p> <p>Fristverlängerung von 2015 auf 2021 oder 2027:</p> <ul style="list-style-type: none"> • für 162 Wasserkörper, die von punktuellen Abwassereinträgen betroffen sind sowie für 286 Wasserkörper, die von diffusen Quellen betroffen sind, • für 337 Wasserkörper, die der Wasserentnahme zur Bewässerung,

⁸¹ Die Angaben zu den zuständigen Behörden entstammen SEPA (2009a): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Annex 1: Competent authorities. Online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx.

⁸² Die Angaben zu den Gewässergüte-Zielen basieren auf SEPA (2009b): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Chapter 2: Environmental objectives. Online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx.

⁸³ SEPA 2009b. Siehe auch SEPA (2009c): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Chapter 2 Appendices.

	<p>zur Trinkwasserversorgung oder zur Wasserkraftnutzung unterliegen, und</p> <ul style="list-style-type: none"> • für 176 Wasserkörper, an deren Gewässerbetten, -läufen oder -ufern Veränderungen vorgenommen wurden, die nur über eingeschränkte Durchgängigkeit für Fische verfügen oder deren Ufer mit Nadelbaumplantagen bestanden sind. <p>Festlegung weniger strenger Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Für 29 Wasserkörper wird ein guter Zustand auch über 2027 hinaus als nicht erreichbar betrachtet, sodass für diese weniger strenge Ziele festgelegt wurden. Das betrifft beispielsweise Wasserkörper, für die die Zielerreichbarkeit aufgrund von Nutzungen zum Zwecke des Küstenschutzes und der Trinkwasserversorgung beeinträchtigt ist.
Stand der Umsetzung	<p>Nach Angaben der SEPA⁸⁴ ist die nächste Phase nach Erstellung des finalen RBMP (im Dezember 2009 veröffentlicht), die Maßnahmenprogramme bis 2012 vollständig operationalisierbar zu machen.</p> <p>Gemäß der Schottischen Regierung⁸⁵ wurde im Jahr 2009 auch bereits das Maßnahmenprogramm zur Erreichung der Ziele erstellt.</p> <p>Daran anschließend ist im Jahr 2014 der zweite Entwurf des RBMP zu veröffentlichen. Der erste Planungszyklus endet 2015 mit der Finalisierung und Veröffentlichung des zweiten RBMP mit einem überarbeiteten Maßnahmenprogramm. Am Ende des Jahres 2015 sind die Umweltziele des ersten RBMP zu erreichen.</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kostendeckungsanalyse⁸⁶</u></p> <p>In Schottland ist die staatliche Firma Scottish Water für die Trinkwasser- und Abwasserbeseitigungsverorgung zuständig. Auf Anweisung der Regierung (Scottish Ministers) muss Scottish Water kostendeckend arbeiten. Das heißt auch, dass Scottish Water für die Eintreibung hinreichender Gebühren zuständig ist, um die direkten Kosten des Maßnahmenprogrammes zur Erfüllung der WRRL zu finanzieren. Die Kosten werden somit dem Verursacherprinzip folgend auf die Kunden übertragen. Erklärtes Ziel ist es, die Kosten fair auf alle Wassernutzer – inklusive Industrie, Wasserversorger und Landwirtschaft – zu verteilen; diejenigen Aktivitäten, die die größten Auswirkungen haben, zu priorisieren; und Anreize für die Befolgung von Regeln der Technik und für die Bereitstellung von Umweltdienstleistungen zu schaffen. Die Berechnungsgrundlage für die Wassergebühren wird den jeweiligen Umständen angepasst, und richtet sich nach mehreren, von der Beeinträchtigung des Wassers abhängigen Kriterien: 1) den Abwassermengen sowie dem chemischen Verunreinigungsgrad; 2) der Wasserentnahme-menge, der Länge des Gewässers aus dem das Wasser entnommen wird, sowie dem Anteil der Gesamtließmenge, der entnommen wird; 3) dem gestauten Volumen und dem Bau von Fischleitern; und/oder 4) der Länge des von</p>

⁸⁴ Siehe SEPA-Website: Timetable for Scotland, eingesehen am 11.01.2012 unter http://www.sepa.org.uk/water/water_regulation/timetable_for_scotland.aspx.

⁸⁵ Scottish Government (2001): Implementation of the Water Environment and Water Services (Scotland) Act 2003 and the Flood Risk Management (Scotland) Act 2009: Annual Report to the Scottish Parliament – 2010. Online verfügbar unter <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/346690/0115340.pdf>.

⁸⁶ Die Angaben zur ökonomischen Analyse basieren auf SEPA (2009d): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Annex 3: Cost recovery, online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx sowie auf SEPA (2005): An economic analysis of water use in the Scotland river basin district - summary report, URL http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning/early_basin_planning_work.aspx.

	<p>Bauvorhaben beeinträchtigt Gewässers.</p> <p>Aus diesem Ansatz resultiert u.a., dass Gebühren die Kosten der Trinkwasser- und Abwasserbeseitigungsversorgung vollständig abdecken. Somit bezahlen Haushalte im Durchschnitt £ 0.89/Tag bzw. £ 324/Jahr. Bei der Gebührenermittlung werden eine Reihe von politischen Abwägungen in Betracht gezogen. Zum Beispiel wird die Zahlungsfähigkeit einzelner Haushalte einbezogen, indem ein Einheitssatz an die örtliche Steuerveranlagung angepasst wird. Da Schottland reich an Wasser ist, ist nicht zu erwarten, dass sich die Abwesenheit direkter finanzieller Anreize zur Wassereinsparung für einzelne Haushalte negativ auf die Erfüllung der Ziele der WRRL auswirken wird. Nichtsdestotrotz befindet sich ein bedeutender Wasserzählerprobelauf in Planung, um die Kosten und den Nutzen einer Ausweitung von Wasserzählern festzustellen. Umwelt- und Opportunitätskosten werden aufgrund mangelnder Kontrollen und Daten nicht abgedeckt.</p> <p><u>Analyse unverhältnismäßig hoher Kosten</u></p> <p>Der ökonomischen Begründung zur Fristverlängerung für die von punktuellen Abwassereinträgen betroffenen Wasserkörper liegen die hohen Kosten zugrunde, die für die Beseitigung der Auswirkungen von urbanen Abwässern notwendig sind. Die Umsetzung einer Vielzahl von Maßnahmen durch Scottish Water (wie Verbesserung von Abwasserbehandlungssystemen oder die Verlegung von Hauptabwasserkanälen) das Gewässersystem beeinflussen, erfordern wesentliche zeitliche und finanzielle Ressourcen. Diese bis 2015 umzusetzen würde entweder teilweise ungeeignete Maßnahmen zur Folge haben oder nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten möglich sein.</p> <p>In diesem Zusammenhang wird argumentiert, dass das Kapitalinvestitionsprogramm für Scottish Water nicht mehr als 450 bis 500 Millionen £ jährlich umfassen sollte, da sonst u.a. die Unterbrechung von Serviceleistungen und inflationäre Auswirkungen die Folge sein könnten. Daher wird für die phasenweise Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen für 2015 – 2021 / 2021 – 2027 so kalkuliert, dass Scottish Water seine Dienstleistungen ohne unverhältnismäßig hohe Kosten erbringen kann.</p>
<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit⁸⁷</p>	<p>Gemäß UKCP sind die durchschnittlichen Temperaturen in allen Jahreszeiten und in allen Teilen Schottlands seit 1961 angestiegen. Die Niederschläge in den Wintermonaten haben deutlich zugenommen, insbesondere in den nördlichen und westlichen Regionen, in denen Winterniederschläge um nahezu 60 % gestiegen sind. Prognosen zufolge wird sich die durchschnittliche Sommertemperatur bis 2050 um ca. 1 – 4 °C erhöhen. Im selben Zeitraum ist wahrscheinlich auch von wesentlichen Änderungen im Niederschlagsregime in Schottland auszugehen, wonach die Winter immer regenreicher und die Sommer immer niederschlagsärmer werden. Der Schneefall in den Berglagen könnte um 60 % reduziert werden und in anderen Regionen gänzlich ausbleiben. Der Meeresspiegelanstieg in Edinburgh wird bis 2050 auf 18 cm und bis 2095 auf 39 cm prognostiziert.</p> <p>Die Gewässerumwelt Schottlands hat eine wichtige Funktion auch für</p>

⁸⁷ Die Angaben zu den Klimawandelauswirkungen basieren auf Murphy, J.M. *et al.* (2009) sowie auf SEPA (2009e): Chapter 1: State of the water environment. Siehe URL http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx.

	<p>die Absorption und den Abbau von Schadstoffen aus Abwasserbehandlungsanlagen und industriellen Anlagen. Diese „Serviceleistung“ wird durch den Klimawandel beeinträchtigt werden, da trockenere Sommer weniger Wasser zur Verdünnung der Schadstoffe bedeuten. Darüber verbraucht der Schadstoffabbau den Sauerstoff der Gewässer. Die Ausgangskonzentration des Sauerstoffs wird sich in den Gewässern mit wärmeren Temperaturen verringern, sodass der Stress für Pflanzen und auch für Tiere durch die Abwässer zunehmen wird. Zunehmend intensive Stürme führen wahrscheinlich dazu, dass toxische Schadstoffe, die auf den Straßen und urbanen Flächen akkumulieren, in die Gewässer ausgewaschen werden. Gleiches gilt für Boden und Nährstoffe aus der Landwirtschaft. Zunehmende Stürme bewirken daneben auch, dass die Kanalisationssysteme häufiger überlaufen und sich damit in die Flüsse gelangen.</p> <p>Mit zunehmend intensiven Stürmen gehen auch häufigere und schwerere Überschwemmungen der Flüsse einher, was wiederum in zunehmender Ufererosion resultiert. Mit steigendem Meeresspiegel sehen sich tiefer liegende Gebiete einer steigenden Überschwemmungsgefahr gegenüber. Wo sich bestehende Wattgebiete aufgrund von Küstenbebauung nicht weiter landwärts verlagern können, wird dieses wichtige Habitat in seiner Flächengröße verkleinert.</p> <p>Zunehmende Sommertrockenheit kann die Wassermengen in Flüssen soweit reduzieren, dass sie nur noch einen Bruchteil ihres Gewässerbettes einnehmen. Dadurch wird sich ihre Wasserproduktivität verschlechtern und sich die Abundanz von Pflanzen und Tieren verringern. Gleichzeitig steigen in warmen Sommern die Ansprüche an Wasserentnahme für Trinkwasser- und Kühlungs Zwecke, sodass sich hieraus weiterer Stress für die ökologische Qualität der Gewässer ergeben kann.</p> <p>Mit ansteigenden Temperaturen können sich potentiell schädliche gebietsfremde invasive Arten besser ausbreiten und in den Ökosystemen etablieren. In vielen Fällen gedeihen ihre Populationen auf Kosten der heimischen Flora und Fauna in den Gewässern. Das trifft bereits auf den Nordamerikanischen Signalkrebs (<i>Pacifastacus leniusculus</i>) zu.</p>
<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Für den Maßnahmenplan des RBMP wurden umfangreiche „Climate Checks“ durchgeführt. Diese Begutachtungen geben generelle Hinweise auf Einflüsse, die der Klimawandel auf die jeweiligen geplanten Maßnahmen haben kann bzw. die die Maßnahmen auf den Klimawandel haben können. In die Analyse einbezogen werden z.B. folgende Kriterien:⁸⁸</p> <p><u>Hilft die Maßnahme Schottland, sich wirtschaftlich, sozial oder in Umweltbelangen besser auf den Klimawandel einzustellen?:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Überschwemmungsrisiko <ul style="list-style-type: none"> • Wird die Maßnahme das Überschwemmungsrisiko in Anbetracht niederschlagsreicherer Winter, intensiverer Niederschläge und einem höheren Meeresspiegel mindern oder steigern? 2. Trockenheit † <ul style="list-style-type: none"> • Wird die Maßnahme Schottland helfen, die Wassernutzung in

⁸⁸ Die Angaben zur Integration/Einbeziehung des Klimawandels basieren auf SEPA (2009f): The river basin management plan for the Scotland river basin district 2009–2015. Chapter 3: Achieving our environmental objectives. Online verfügbar unter http://www.sepa.org.uk/water/river_basin_planning.aspx.

	<p>Anbetracht heißerer, trockener Sommer beizubehalten?</p> <p>3. Umweltdienstleistungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wird die Maßnahme die Belastbarkeit der Tierwelt erhöhen oder verringern? • Wird die Maßnahme wirtschaftlich bedeutende Wassernutzer (z.B. Fischerei, Tourismus, Landwirtschaft) stärken? • Kann der Wasserkreislauf aufgrund der Maßnahme auch unter veränderten Klimabedingungen weiterhin Abwässer recyceln? <p><u>Wird die Maßnahme in Anbetracht von Klimaszenarien der Zukunft effektiv sein?:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wird die Maßnahme trotz nasserer Winter und intensiverer Regenfälle, trockeneren Sommern und einem steigenden Meeresspiegel effektiv sein? 2. Sollte dies nicht der Fall sein, kann die Maßnahme leicht angepasst werden, um ihre Effektivität zu erhalten?
<p>Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen</p>	<p>Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen, beispielsweise im Sinne der Auswahl robuster Maßnahmen oder einer Neubewertung von Ausnahmetatbeständen werden bisher nicht thematisiert.</p> <p>Allerdings kann sich die Festlegung von Ausnahmen sowohl zur Zielerreichung, als auch zu weniger strengen Zielen aufgrund von unverhältnismäßig hohen Kosten jedoch im Zuge voranschreitender klimatischer Änderungen und deren Auswirkungen auf die Wasserkörper zukünftig anders darstellen. So könnten einerseits bis 2021 als mit vertretbarem Aufwand erreichbare Ziele erst bis 2027 realisierbar werden oder sogar nur mit weniger strengen Zielen insgesamt. Andererseits könnte sich durch den Klimawandel im Zuge des Gewässermonitorings ergeben, dass Wasserkörper entgegen erster Annahmen zukünftig die Umweltziele nicht mehr fristgemäß oder nur in geringerer Strenge erreichen können.</p> <p>In diesen Fällen muss sich die ökonomische Analyse auch an der Langfristperspektive orientieren, zu welchem Zeitpunkt die Ziele mit welchem Kostenaufwand und in welcher Strenge erreichbar sind.</p>

8.2.5 Bewirtschaftungsplan für das Odense Pilot River Basin (Dänemark)

Tabelle 23: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Odense

Name der Flussgebietseinheit: Odense Flusseinzugsgebiet	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Dänemark, Insel Fünen (dazugehörig: Odense Fjord und der Binnenfjord Seden Strand)
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	1.095 km ²
Beteiligte Anrainer (andere Länder?)	keine angrenzenden Mitgliedsstaaten
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2009 – 2015
Zuständige Behörde	<p>Dänisches Umweltministerium: Umweltzentrum Odense</p> <p>Die Bewirtschaftungspläne in Dänemark werden von den sieben Umweltzentren unter der Leitung des Dänischen Umweltministeriums erstellt.</p> <p>Hintergrund: Nach dem Umweltleitlinien Gesetz sind in Dänemark 4 Managementpläne zu erstellen, jeweils einer für die 4 administrativ abgegrenzten Flusseinzugsgebiete. Jedes der Einzugsgebiete wurde in einzelne natürliche abzugrenzende Untereinzugsgebiete eingeteilt.</p> <p>Das Flusseinzugsgebiet Odense wurde als eines von 14 europäischen Pilotgebieten ausgewählt, in denen die Umsetzung der WRRL beispielhaft entwickelt und in der Praxis getestet wurde.</p>
Gewässergüte-Ziele	Ziel ist die Erreichung des guten Zustandes für alle Wasserkörper bis spätestens 2015.
Stand der Umsetzung	<p>Eine quantitative Analyse der verschiedenen Quellen und Verursacher von Gewässerverschmutzungen und die Etablierung von Umweltzielen wurden in der Pilotstudie durchgeführt. Die Qualitätskomponenten nach WRRL, die im Odense Flusseinzugsgebiet betrachtet wurden, sind für Seen: die Phosphat-Konzentration; Fließgewässer: der Physical Index und Makrozoobenthos; Odense Fjord: die Tiefenverteilung vom Seegrass (<i>Zostera marina</i>) und Nährstoffkonzentrationen.</p> <p>Als Ergebnis wurde festgestellt, dass sich zwar die Wasserqualität verbessert hat, aber die Mehrheit der Oberflächengewässer bis 2015 nicht die Zielvorgaben der WRRL erfüllen werden. Insgesamt sind bisher > 90 % der Fließgewässer, 88 % der Seen, 100 % der Küstengewässer, 92 % der Grundwässer nicht im einem guten Zustand (Environment Centre Odense 2007)</p>
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Integrierte Kosten-Wirksamkeits-Analyse</u></p> <p>Sowohl für den Odense Fjord als auch für die binnenländischen Wasserkörper des Odense Einzugsgebiets wurde eine integrierte Kosten-Wirksamkeitsanalyse durchgeführt.</p> <p>Die wirtschaftliche Analyse des Maßnahmenplans basiert auf einer Kostenwirksamkeitsanalyse, d.h. es wird untersucht, wie im Voraus gesteckte Ziele mit dem geringstmöglichen gesellschaftlichen</p>

Kostenaufwand erreicht werden können. Die Kostenabschätzungen werden dabei sowohl als Budgetkosten als auch als wirtschaftliche Kosten ausgedrückt. Die Budgetkostenanalyse errechnet die Kosten für einen Wirtschaftszweig wie zum Beispiel die Landwirtschaft, während die wirtschaftliche Kostenanalyse die Veränderung der gesamtgesellschaftlichen Konsummöglichkeiten errechnet. Dabei beruht die wirtschaftliche Kostenanalyse auf der Budgetkostenanalyse, die sich wiederum ausschließlich auf die Betriebskosten stützt. In der Regel sind die wirtschaftlichen Kosten höher als die Budgetkosten, u.a. da die Ersteren Abgaben und Mehrwertsteuer enthalten. Das Ergebnis der Analyse sind daher Budgetkosten von jährlich DKK 65 Mio., sowie wirtschaftliche Kosten von jährlich DKK 95 Mio.

In der Kostenwirksamkeitsanalyse werden die Kosten einer bestimmten Umweltmaßnahme in Geldwert ausgedrückt, während der Umwelteffekt der Maßnahme in physischen Einheiten (z.B. die Reduzierung der Stickstofffracht der Wasserwelt in Tonnen) dargestellt wird. In der wirtschaftlichen Kostenanalyse bekommen die Nebeneffekte der Maßnahmen einen Kosten- bzw. Nutzenwert zugewiesen (Beispiele sind die Umweltnutzen niedrigerer Treibhausgasemissionen, verbesserte Artenvielfalt usw.). Im Prinzip sollten alle Umweltnebeneffekte, die über das eigentliche Ziel hinausgehen, bewertet werden. Dabei zieht die Analyse alle Gewässer in Ihrer Gesamtheit in Betracht, was heißt, dass jegliche Auswirkungen auf die Wasserqualität flussabwärts mit einbezogen werden. Dies bedeutet, dass die kosteneffektivste Lösung für einen einzelnen betrachteten See nicht unbedingt die kosteneffektivste Lösung für den gesamten Wasserlauf sein muss (Environment Centre Odense 2007, 69).

Um Prioritäten bei ihrer Einführung zu setzen, wurden die Maßnahmen nach ihrer Kosteneffektivität eingeordnet (siehe Abbildung 9).

Einige Maßnahmen wurden aufgrund der Resultate der Kostenwirksamkeitsanalyse dosiert eingesetzt (Environment Centre Odense 2007, 69).

Zuerst wurde ein Baseline-Szenario entwickelt, in dem die wahrscheinlichen Schadstofffrachten unter bestehenden Vorhaben modelliert wurden. Daraufhin wurden drei weitere Szenarien entwickelt: Eines mit dem ein „guter“ wasserökologischer Status gemäß der WRRL erreichbar ist, und eines, das das Erreichen des „hohen“ ökologischen Status erlaubt. Darüber hinaus wurde auf der Basis dieser beiden Szenarien ein weiteres entwickelt, welches parallel das Erreichen von Qualitätszielen für natürliche terrestrische Habitate ermöglicht, z.B. in NATURA 2000 Gebieten.

Alle Szenarien beinhalten Maßnahmen zur Verminderung punktueller Schadstoffquellen, um sauerstoffkonsumierende Substanzen wie Phosphor, Bakterien usw. zu verringern. Maßnahmen, die auf punktuelle Verschmutzungsquellen abzielen machen das Gros der Baselinekosten aus.

Das erste Szenario zielt vor allem auf erhöhte Umwelteffizienz in der Landwirtschaft ab. Das Sortiment an Maßnahmen beinhaltet aber auch die Brachlegung bewirtschafteter Flächen. Die kosteneffizientesten Maßnahmen sind der erhöhte Gebrauch von Mist (1,82–4,95 Euro/kg

N), catch crops (1,43–3,77 Euro/kg N), und niedrigerer Stickstoffeintrag in Flusstäler (3,77 Euro/kg N). Dieses Szenario hat Veränderungen der landwirtschaftlichen Praktiken auf 19 % der bewirtschafteten Fläche zur Folge, von denen 8 % zu Feuchtbiotopen, 9 % zu permanentem Grasland und 2 % zu Wald konvertiert werden.


Im zweiten Szenario wird mehr Wert auf Brachlegung gelegt, so dass 23 % der bewirtschafteten Fläche umfunktioniert werden müssten. Im Allgemeinen ist es kosteneffektiver, bewirtschaftete Flächen in tieferliegenden Gegenden zu konvertieren, da diese über eine geringere Stickstoffretentionskapazität verfügen. Dieses Szenario gründet zu einem beträchtlichen Anteil auf der Schaffung von Feuchtbiotopen in Flusstälern, welche die kosteneffektivste Maßnahme ist (5,46 Euro/kg N, 9 % der bewirtschafteten Fläche). Die Konversion zu permanentem Grasland ist weniger kosteneffektiv (15,73 Euro/kg N, 8 % der bewirtschafteten Fläche), und ist hier eine zusätzliche Maßnahme, um die WRRL Ziele zu erreichen. Aufforstung nimmt 3 % der bewirtschafteten Fläche in Anspruch, und nochmal 3 % werden gebraucht, um Feuchtbiotope zur Verbesserung des physischen und hydromorphologischen Gewässerzustands wiederherzustellen (Jørgen Dan Petersen *et al.* 2009, 83-84).

Die Kostenwirksamkeitsanalyse hat gezeigt, dass ein Maßnahmenprogramm, welches das Erreichen des „guten“ Gewässerzustand erlaubt, wirtschaftlich machbar ist. Konkret haben sich die Wiederherstellung von Feuchtbiotopen, Marktfruchtbau, und verringerter Düngemitelesatz als besonders kosteneffektiv herausgestellt, um signifikante Reduzierungen der Stickstofffracht zu erreichen (Jørgen Dan Petersen *et al.* 2009, 72).

Die Analyse hat ergeben, dass die Umsetzung der WRRL die Kosten von Wasserdienstleistungen von Euro 82 auf 95 Millionen / Jahr anheben wird. Dies sind 9,6 % des Gesamteinkommens der Flussgemeinschaft. Die hierbei anfallenden Kosten sind sehr viel geringer als bereits bestehende Investitionen um punktuelle Nähr- und Schadstoffquellen zu verringern (Jørgen Dan Petersen *et al.* 2009, 84).

Bei diesen Schlussfolgerungen ist jedoch zu beachten, dass etwaige Entwicklungen in der Zukunft (wie zum Beispiel eine Erhöhung des Viehbestandes) den Umwelteinfluss der preiswertesten Maßnahmen beeinflussen können. Daher wurden die Berechnungen so ermittelt, dass ein gewisser Puffer einbezogen wurde. Demnach können unter bestehenden Ansätzen bis zu 1200 t N pro Jahr verringert werden, was 300 t mehr sind, als für das Erreichen der WRRL Ziele nötig ist.

Durch das Einbeziehen von Natura 2000 oder Rio Zielen in die Analyse hat sich gezeigt, dass durch Vermeidung überlappender Maßnahmen und durch positive Nebeneffekte der jeweiligen Maßnahmenpakete Kosten von bis zu Euro 3,8 Millionen pro Jahr eingespart werden können. Nichtsdestotrotz verursachen die Maßnahmen für Natura 2000 und Rio zusätzliche Kosten von Euro 12 Millionen pro Jahr (Jørgen Dan Petersen *et al.* 2009, 85).

Measures ranked according to cost-effectiveness	Locality	Cost-effectiveness (DKK/kg N)
		
Catch crops: Increased area	Lowland	11
Additional 5% higher utilization of the N content of manure	Lowland	14
Reduced N fertilization norm	Lowland	29
Catch crops: Increased area	Upland ¹	29
Cessation of watercourse maintenance and extensification of cultivation in river valleys	Lowland	33
Additional 5% higher utilization of the N content of manure	Upland	38
Set-aside of arable land for wetlands	Lowland	42
Reduced N fertilization norm	Upland	74
Set-aside: 5-m buffer zones alongside watercourses	Lowland	85
Set-aside: 10-m buffer zone around ponds	Lowland	85
Set-aside: Permanent grassland	Lowland	121
Increased area of organic crop farming	Lowland	240
Reduced livestock production	Lowland	251
Set-aside: Permanent grassland	Upland	314
Restrictions on cultivation of land potentially subject to erosion	Upland	314
Set-aside: Land for afforestation	Upland	334
Permanent grassland kept unfertilized in groundwater protection areas	Upland	336
Afforestation in groundwater protection areas	Upland	357
Buffer zones in connection with daylighting of culverted watercourses	Lowland	366
Increased area of spring cereals, fertilization with 60% N norm and catch crops in groundwater protection areas	Upland	455
Increased area of organic crop farming	Upland	622
Reduced livestock production	Upland	650
Sparsely built-up areas – improved wastewater treatment		1,037
Sparsely built-up areas – improved wastewater treatment in the catchments of small lakes		2,075

¹ Upland farmland is defined as farmland lying more than one metre above the normal high water level in the adjacent area.

² No. of properties

Abbildung 9: Kosteneffektivität von Maßnahmen in der FGE Odense

Quelle: (Environment Centre Odense 2007, 70)

Die Kostenwirksamkeitsanalyse wurde allerdings nur in jenen Fällen herangezogen, in denen mehrere Maßnahmenalternativen zur Verfügung standen. Dies war zum Beispiel der Fall bei punktuellen Einträgen, physischen Beeinträchtigung von Gewässern. Die gesamtwirtschaftlichen Kosten dieser nicht kostenoptimierten Maßnahmen belaufen sich auf DKK 59 Mio. jährlich, von denen der Großteil (knapp DKK 40 Mio.) auf punktuelle Einträge abzielende Maßnahmen sind (Environment Centre Odense 2007, 69).

Für jede Maßnahme wurden Stückkosten für die Stickstoffverminderung geschätzt. Die Kosteneffektivität einer Maßnahme wurde also ausschließlich auf der Basis der Stickstoffverminderungswirkung in der Flusseinheit errechnet. Die Stückkosten wurden als Konstanten errechnet. Das heißt, dass eventuelle Maßnahmenalternativen oder der Einführung einer Parallelmaßnahme nicht mit in Betracht gezogen wurden (Environment Centre Odense 2007, 70).

Die Kostenwirksamkeitsanalyse hat vornehmlich die Wiederherstellung von Feuchtbiotopen als kosteneffektive Maßnahme hervorgehoben. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass eine solche Renaturierung nicht die auf den Feldern verwendete Düngermenge beeinflusst. Das heißt, dass Feuchtbiotop weder eine Lösung zum Grundwasserschutz darstellen,

	noch eine Lösung zum Schutz von durch atmosphärischen Einträge gefährdete natürliche Lebensräume (Jørgen Dan Petersen <i>et al.</i> 2009, 84).
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	Der Klimawandel und mögliche Auswirkungen finden keine Erwähnung im River Basin Management Plan (RBMP).
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	<p>Aus dem RBMP geht dementsprechend keine Erwähnung des Klimawandels im Zusammenhang mit den ökonomischen Analysen hervor.</p> <p>Wenngleich sich aus der verfügbaren Literatur keine Befunde zur Integration von Klimawandelaspekten in die ökonomischen Analysen erkennen lassen, so gibt es dennoch Aussagen dazu, dass der Klimawandel zumindest in die Maßnahmenselktion einfließen sollte. Nach Petersen <i>et al.</i> (2009)⁸⁹ ist es für die Wasserwirtschaft notwendig, sogenannte 'safety margins' beim Design der Maßnahmenprogramme einzuziehen, um die festgelegten Gewässergüteziele auch bei extremen klimatischen Bedingungen erreichen zu können. So wäre es nach Petersen <i>et al.</i> ineffektiv, wenn sich Maßnahmen nur an den Gewässereigenschaften, wie z.B. Sauerstoffkonzentration, unter normalen klimatischen Bedingungen orientierten. Bei z.B. einer durch Temperaturanstieg reduzierten Sauerstofflöslichkeit könnten diese Maßnahmen inadäquat sein.</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	Nicht thematisiert

⁸⁹ Petersen, J.D., Rask, N., Maden H.B. *et al.* (2009): Odense Pilot River Basin: implementation of the EU Water Framework Directive in a shallow eutrophic estuary (Odense Fjord, Denmark) and its upstream catchment. *Hydrobiologica* 629: 71 – 89.

8.2.6 Bewirtschaftungsplan für die Viru-Peipsi Catchment Area (Estland)

Tabelle 24: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Viru-Peipsi Catchment Area

Name der Flussgebietseinheit: Viru - Peipsi Catchment Management Plan (Estland) ⁹⁰	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Der Peipussee (estnisch: Peipsi-Pihkva järv) ist ein zwischen Estland und Russland gelegenes Binnengewässer. Der Fluss Narva bildet seinen Abfluss zur Ostsee. Der See erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung über 143 km und ist bis zu 50 km breit.
Größe der Flussgebietseinheit (km²)	3.555 km²
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	Der See bildet fast die gesamte östliche Staatsgrenze Estlands zur Russischen Föderation. Von der Gesamtfläche befinden sich 1.570 km² (44 %) auf estnischem Territorium, der Rest gehört zu Russland.
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Das Estnische Umweltministerium ist die zuständige Behörde für Umweltschutz und Wasserwirtschaft.
Gewässergüte-Ziele	<p>Während die Kategorisierung der Seen hauptsächlich auf abiotischen Indikatoren beruht, basiert die qualitative Bewertung auf biotischen Indikatoren, vor allem: Phytoplankton, Makrophyten, und Zoobenthos</p> <p>Sehr guter, guter und moderater ökologischer Zustand von Küstengewässern basieren auf biologischen, hydromorphologischen und physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten. Bezugsbedingungen werden auf individueller Basis, entsprechend der Klassifizierung gemacht.</p> <p>Die Verordnung des Umweltministeriums über Grundwasserkörper (N^o 47 vom 10. Mai 2004), benennt eine Liste von Indikatoren für die Qualität des Grundwassers. Sie umfasst u.a. Leitfähigkeit, pH-Wert, Gehalt an gelöstem Sauerstoff oder Redox-Potential, Gehalt an Chlor, Nitrat, Ammonium, sowie Stoffe, die gefährlich für die aquatische Umwelt sind.</p>
Stand der Umsetzung	Keine Angaben
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kostendeckung der Wasserdienstleistungen</u></p> <p>Die Analyse der Kostendeckung basiert auf der Methodik in der WRRL. Die Gesamtkosten beinhalten Betriebs-, Wartungs-, Verwaltungs-, Kapital- und Steueraufwendungen. Das Kostendeckungs- und Verursacherprinzip werden angewandt.</p> <p>Aus wirtschaftlichen Indikatoren des Jahres 2004, geht hervor, dass die Wasserdienstleistungskosten des Viru-Peipsi Wasser auf 2.064 Mio. EEK (~Euro 138.000) pro Jahr geschätzt werden können.</p> <p>Einen Großteil der Kosten für die Wasserversorgung decken die Kosten der Dienstleistung (ca. 1.341 Mio. EEK [~Euro 90.000] oder 65 % der gesamten Kosten). Bei einer Bevölkerung des Viru-Peipsi Region von 494.000 (2004) sind die durchschnittlichen Kosten pro Einwohner für die Wasserversorgung bei 2.700 EEK (~Euro 181) pro Jahr geschätzt.</p>

⁹⁰ Die Angaben zum Bewirtschaftungsplan Viru-Peipsi stammen aus: European Commission, DG Environment (2005): Summary Report – Viru Peipsi CAMP. Dieses Dokument fasst den Verlauf und die Ergebnisse eines von dem Französischen Fund for Global Environment (FFEM) finanzierten Projektes zusammen mit dem Ziel einen Bewirtschaftungsplan für Viru-Peipsi zu erstellen.

	<p>Im Moment nutzen etwa 80 % der Einwohner in der Viru-Peipsi Region die öffentliche Wasserversorgung und Kanalisation.</p> <p>Der Steuerzahler trägt maßgeblich zur Kostendeckung der Wasserversorgung bei. Ca. 1.440 Mio. EEK (~Euro 96.500) (70 %) werden über den Wasserpreis und 30 % durch Steuern eingenommen. Die Wassergebühr deckt demnach zwei Drittel der Kosten ab.</p>
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	<p>Eine Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels wurde im Rahmen des LIFE-Projekts Viru and Peipsi Catchment Area Management Plan („Viru-Peipsi CAMP“)⁹¹ durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zunahme der Niederschlagsmengen im Herbst und Winter – die Überschwemmungen werden stärker und können ähnlich verlaufen wie eine Springflut. - Hochwasser im Winter werden häufiger auftreten, im Frühling werden sie in kürzeren Zeiträumen und früher stattfinden - Reduktion des Abflusses im April und Mai, möglicherweise Verringerung des Mindestabflusses im Sommer bis hin zur Austrocknung von Flüssen. - Die Verringerung des Mindestabflusses im Sommer kann zu einer Verschlechterung des hygienischen Zustands der Flüsse und einer intensiven Überwachung des Flussbettes der langsam fließenden Flüsse führen. - Die Stürme der letzten Jahre und die damit verbundene Überflutung von landwirtschaftlichen und industriellen Flächen scheinen die Tendenzen des Klimawandels zu bestätigen. Hochwasser in Städten und Industriegebieten erfordern zusätzliche Aufwendungen für die Erhöhung der Kapazität der Regenwasserableitung und die Gewährleistung der Sicherheit der Lagerung wassergefährlichen Stoffen.
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	Nicht erkennbar aus den analysierten Dokumenten
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	Nicht thematisiert in den analysierten Dokumenten

⁹¹ Siehe <http://www.viru.peipsi.envir.ee/eng/index.php>.

8.2.7 Bewirtschaftungsplan für das Daugava River Basin District (Lettland)

Tabelle 25: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Daugava

Name der Flussgebietseinheit: Daugava ⁹²	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die Daugava Flussgebietseinheit liegt im Nordosten Europas. Der Fluss fließt durch Russland, Weißrussland und Lettland und endet in der Rigaer Bucht in Lettland.
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	Die Flussgebietseinheit umfasst ca. 87 900 km ² , weniger als ein Drittel davon liegt in Lettland.
Beteiligte Anrainer (andere Länder?)	Russland, Weißrussland und Lettland
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (LVĢMA) [Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre]
Gewässergüte-Ziele	<p>Allgemeine Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verschlechterung der Oberflächenwasserkörper und der Grundwasserkörper verhindern, • bis 2015: guten ökologischen Zustand und gute chemische Qualität aller Oberflächenwasserkörper sowie guten chemischen und mengenmäßigen Status aller Gewässer erzielen, • die vorgeschlagenen Ziele und die anwendbaren Gesetze und Verordnungen für Schutzgebiete zu erfüllen, • die Verschmutzung durch prioritäre Schadstoffe reduzieren, Abgabe gefährlicher Stoffe in Oberflächengewässer schrittweise beseitigen, • Maßnahmen ergreifen, um die erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser nicht zu einem stabilen Trend werden zu lassen, • Prävention und Reduzierung des Inputs in das Grundwasser. <p>Ziele für einzelne Oberflächenwasserkörper in der Lielupe FGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Umweltqualität der Flusswasserkörper (8 % Gesamt Oberflächenwasserkörper) und das höchstmögliche ökologische Potenzial eines erheblich veränderten Gewässers (7 % Gesamt) erhalten, • Guten ökologischen Zustand oder gutes ökologisches Potenzial von 53 Flusswasserkörpern (81 % Gesamt) und 162 Seen (90 % Gesamt) sowie von Übergangsgewässern erreichen oder erhalten, • guten chemischen Zustand aller Oberflächengewässer erhalten.
Stand der Umsetzung	Alle Maßnahmen im Programm müssen bis 22.12.2012 begonnen werden. Weil die wirtschaftlichen Auswirkungen der Finanzkrise unklar sind, sollen die Maßnahmen 2012 überprüft und ergänzt werden.
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen:</u></p> <p>Der Bewirtschaftungsplan nutzte eine ECOLAS Analyse⁹³, um die Kosteneffizienz der Maßnahmenkombinationen zu bewerten. Das ECOLAS Projekt für die Implementierung von Kostenwirksamkeit im</p>

⁹² Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra (2009): Daugavas Baseina Apgabala Apsaimiekošanas Plāns. Online verfügbar über http://www.meteo.lv/upload_file/UBA/2010-05-06/Confirmed_Daugava.zip.

⁹³ ECOLAS (2005): Manual for Cost Effectiveness Analysis (CEA) in the framework of River Basin Management Plans. Siehe auch: Kirhensteine, I, De Sutter, R, Van Biervliet, K, Van Tomme, I. (2005): ECOLAS project: Implementation of cost-effectiveness-analysis in the framework of river basin management plans with application on Daugava River Basin, Estonian, Latvian&Lithuanian Environment Ltd., 2005, Leipzig. <http://www.uni-leipzig.de/~dbusp/neu/data/files/event/29.pdf>.

	<p>Rahmen des Bewirtschaftungsplans in der Flussgebietseinheit Daugava, hat Empfehlungen und ein Handbuch für die Nutzung der Kostenwirksamkeitsanalyse für Umweltmaßnahmen entwickelt. Die dafür genutzte Methode ist den Litauischen Gegebenheiten angepasst und folgt den WATECO-Richtlinien. Nach einer Charakterisierung der Gewässer, werden Daten betreffend der Bevölkerung und Abwasserversorgung, der Industrie und der Land- und Forstwirtschaft ausgewertet, um einen Überblick über relevante Maßnahmen zu bekommen. Im nächsten Schritt des ECOLAS Projektes, werden die Anwendbarkeit, die Anwendungsrate, die Effizienz und die jährlichen Kosten pro Einheit berechnet, auf denen die Kostenwirksamkeitsanalyse beruht. Die Analyse bezieht auch klimatische, wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen mit ein und wendet diese anhand der Umweltziele für Durchschnitts- und Worst-case-Szenarien an. Der Studie konnte u.a. entnommen werden, dass die Landwirtschaft in der Flussgebietseinheit Liela Jugla (1.600 km² der Daugava Flussgebietseinheit) für den größten Anteil der Stickstoff- und Phosphor-Emissionen im Jahr 2015 verantwortlich sein wird. Im Anschluss werden die Kosten für eine nötige Reduzierung der Emissionen angesichts der rechtlichen Rahmenbedingungen berechnet.⁹⁴</p> <p>Die Kosten für die Umsetzung der im Bewirtschaftungsplan genannten Maßnahmen wurden auf 1.059,9 Millionen LVL (~1.520 Millionen Euro) geschätzt. Der größte Teil wird benötigt um die europäischen Anforderungen der <i>Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch</i> und der <i>Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser</i> zu erfüllen.</p> <p>Dazu braucht Lettland 14,5 Millionen LVL (21 Millionen Euro), um ergänzende, insbesondere mittels ECOLAS-Analyse identifiziert Maßnahmen auszuführen. Diese Kosten sind von den o.g. Kosten getrennt.</p>
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	<p>Die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Gewässerumwelt in Lettland wurden im Rahmen des KALME-Projekts⁹⁵ erforscht. Die bisherige Forschung über die Auswirkungen des Klimawandels beschäftigt sich insbesondere mit langfristigen Prognosen (50-100 Jahre). Danach dürften sich aus Veränderungen des Niederschlagsregimes und Evapotranspiration Auswirkungen auf das hydrologische Regime von Flüssen sowie des Zeitpunkts und der Intensität von Hochwässern ergeben. Im Sommer könnten Flüsse aufgrund der Erwärmung und abnehmender Niederschläge austrocknen, im Winter wird sich die Schnee- und Eisbedeckung mit mildereren Temperaturen ebenfalls verändern.</p> <p>Für kurzfristige Auswirkungen bis 2015 liegen hingegen keine Erkenntnisse vor. Es wird jedoch angenommen, dass bis 2015 in der Daugava FGE keine signifikanten Klimawandelauswirkungen auftreten werden.</p>
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	<p>Im Bewirtschaftungsplan gibt es keine Integration von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen.</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	<p>Nicht thematisiert</p>

⁹⁴ Kirhensteine *et al.* (2005).

⁹⁵ Siehe <http://kalme.daba.lv/en/>.

8.2.8 Bewirtschaftungsplan für das Lielupe River Basin District (Lettland)

Tabelle 26: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Lielupe

Name der Flussgebietseinheit: Lielupe ⁹⁶	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die Lielupe Flussgebietseinheit liegt im Nordosten Europas. Die Nebenflüsse der Lielupe (Mēmele und Mūsa) fließen durch Litauen und Lettland, der Fluss Lielupe endet in der Rigaer Bucht in Lettland.
Größe der Flussgebiets-einheit (km ²)	Die Flussgebietseinheit umfasst ca. 17 600 km ² , ungefähr die Hälfte davon liegt in Lettland (8849 km ²). Der Rest liegt in Litauen.
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	Litauen
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (LVĢMA) [Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre]
Gewässergüte-Ziele	<p>Allgemeine Ziele:</p> <p><i>siehe Auflistung im Steckbrief für das Daugave River Basin District</i></p> <p>Ziele für einzelne Oberflächenwasserkörper in der Lielupe FGE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Hohe Umweltqualität von 3 Flüssen (9 % der gesamten) und 3 Seen (23 % der gesamten Seen) zu erhalten, 2) guten ökologischen Zustand von 13 Flüssen (41 % der gesamten) und 8 Seen (23 % der Gesamtzahl) und gutes ökologisches Potenzial 1 erheblich veränderten Gewässers erreichen, 3) guten chemischen Zustand aller Oberflächengewässer erhalten, 4) guten mengenmäßigen Zustand und guten chemischen Zustand in allen Grundwasserkörpern erhalten.
Stand der Umsetzung	Alle Maßnahmen im Programm müssen bis zum Jahr 2012 begonnen werden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird das Programm von Maßnahmen unter Berücksichtigung von aktuellen Informationen über die Effektivität und Kosten der verfügbaren Technologien weiter entwickelt.
Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)	<p><u>Kostendeckende Wasserdienstleistungen:</u></p> <p>Die Analyse kostendeckender Wasserdienstleistungen wurde mit Umfragen bei Wasser-Dienstleistern durchgeführt. Die Umfragen erfassten Informationen über die Nutzer, den Wasserverbrauch, das anfallende Abwasser, Kapitalkosten, Opportunitätskosten, Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie Verwaltungskosten der Wasserdienstleister.</p> <p>Die Analyse stellte fest, dass das Wasser überwiegend von Kommunen genutzt wird (71%) und sie auch den Großteil der Abwässer erzeugen. Im Durchschnitt betragen die Kosten für Wasserdienstleistungen in der Lielupe FGE 0.85 LVL/m³ (1.22 Euro/m³). Die Industrie bezahlt mehr für Wasserdienstleistungen als die Einwohner. Im Durchschnitt geben die Einwohner 1,2% ihres Einkommens für Wasser aus.</p> <p>Lettlands Ökosteuer legt die Kosten für die Verschmutzung und Verwendung des Wassers der Lielupe FGE fest. Die Analyse stellte</p>

⁹⁶ Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra (2009): Lielupes Baseina Apgabala Apsaimiekošanas Plāns. Online verfügbar über http://www.meteo.lv/upload_file/UBA/2010-05-06/Lielupe_full.zip.

	<p>fest, dass nur ein Teil der Umwelt- und Ressourcenkosten abgedeckt ist. Kapitalkosten sind fast nicht abgedeckt.</p> <p>Die Verwendung von Wasserzählern und die nationale Ökosteuer unterstützt die Erweiterung des Verursacherprinzips.</p> <p>Die Analyse empfiehlt sowohl die gegebenen Maßnahmen zu verwenden, als auch neue wirtschaftspolitische Instrumente wie Wasserentgelte zu untersuchen und einzuführen.</p> <p><u>Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen:</u></p> <p>Insgesamt bietet der Bewirtschaftungsplan fast 543 Millionen Euro (379 Millionen LVL), um das ganze Maßnahmenpaket umzusetzen.</p> <p>Die primären Kosten für die Umsetzung der im Bewirtschaftungsplan genannten Maßnahmen wurden auf 349,3 Millionen LVL (~500 Millionen Euro) geschätzt. Der größte Teil (270 Millionen LVL ~387 Millionen Euro) wird benötigt, um die europäischen Anforderungen der <i>Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch</i> und der <i>Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser</i> zu erfüllen.</p> <p>Dazu werden für die Lielupe 29,4 Millionen LVL (42 Millionen Euro) gebraucht, um ergänzende Maßnahmen gegen Stickstoff- und Phosphor-Belastungen umzusetzen. Um die Kosteneffizienz der Maßnahmenkombinationen zu bewerten, verwendete die LVĢMA eine ECOLAS Analyse⁹⁷. Die ECOLAS Analyse führte eine Methodik für die wirtschaftliche Analyse der Maßnahmen ein, die an die lettische Situation angepasst ist. Einige Beispiele der empfohlenen Maßnahmen sind Pufferzonen/Feldraine im Landwirtschaftsbereich und verbesserte Kommunikationsmaßnahmen im Internet.</p>
Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit	<p>Die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf die Gewässerumwelt in Lettland wurden im Rahmen des KALME-Projekts erforscht. Die bisherige Forschung über die Auswirkungen des Klimawandels beschäftigt sich insbesondere mit langfristigen Prognosen (50-100 Jahre). Danach dürften sich aus den Veränderungen des Niederschlagsregimes und der Evapotranspiration Auswirkungen auf das hydrologische Regime von Flüssen sowie auf den Zeitpunkt und der Intensität von Hochwässern ergeben. Im Sommer könnten Flüsse aufgrund der Erwärmung und abnehmender Niederschläge austrocknen, im Winter wird sich die Schnee- und Eisbedeckung mit mildereren Temperaturen verringern.</p> <p>Für kurzfristige Auswirkungen in der Lielupe FGE bis 2015 liegen hingegen keine Erkenntnisse vor – es werden bis 2050 jedoch keine signifikanten Klimawandelauswirkungen erwartet.</p>
Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen	<p>Im Bewirtschaftungsplan gibt es keine Integration von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen.</p> <p>Die LVĢMA empfiehlt jedoch, mögliche Auswirkungen des Klimawandels in der Bewertung von Umweltrisiken zu beachten. Wenn es nicht möglich ist, die Klimawandelrisiken in diesem Dokument einzubauen, empfiehlt die LVĢMA diese in den nächsten Bewirtschaftungsplan (2015-2021) zu integrieren.⁹⁸</p>
Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen	Nicht thematisiert

⁹⁷ ECOLAS (2005). Siehe auch: Kirhensteine, I. (2005).

⁹⁸ Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra (2009).

8.2.9 Bewirtschaftungsplan für das Nemunas River Basin District (Litauen)

Tabelle 27: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Nemunas River Basin District⁹⁹

Name der Flussgebietseinheit: Nemunas (Litauen)	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Die Memel (litauisch Nemunas) ist ein 937 km langer Fluss, der von seiner Quelle in Weißrussland durch Litauen in das Kurische Haff und die Ostsee fließt.
Größe der Flussgebietseinheit (km ²)	98.200 km ² , (Litauischer Teil: 47.798 km ²)
Beteiligte Anrainer (andere Länder?)	Weißrussland, Russland
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	Die erste Phase der Bewirtschaftungspläne, 2009 - 2010 wurde mit der offiziellen Bestätigung des Bewirtschaftungsplans abgeschlossen. Der Bewirtschaftungsplan sieht Maßnahmen in der Periode 2010 - 2015 vor.
Zuständige Behörde	Litauische Umweltagentur (Environmental Protection Agency)
Gewässergüte-Ziele	Die Gewässergüte Ziele bis 2015 sind: <ul style="list-style-type: none"> • den Zustand der Gewässer erhalten und den Zustand von 56 Flüssen und eines Sees zum guten ökologischen Zustand/Potenzial verbessern, • den Zustand von 10 % der Gewässer verbessern. Einige der Ziele können bis 2012 oder 2027 verschoben werden.
Stand der Umsetzung	Das Einzugsgebiet der Memel umfasst die folgenden Wasserkörper: 620 Flüsse, 235 Seen, 3 Zwischengewässer, 2 Küstengewässer. Davon sind 49 Wasserkörper HMWB und 3 künstliche Gewässer. 41 % der Flüsse, sowie 67 % der Seen (über 50 ha), und 75 % der Grundwasserkörper weisen einen guten ökologischen Status oder ein gutes Potenzial auf. 10 % der Flüsse sind als erheblich veränderte Wasserkörper eingestuft, sowie 0,3 % der Gewässer sind künstlich angelegte Wasserkörper.

⁹⁹ Sämtliche Angaben im Steckbrief mit Ausnahme der möglichen Auswirkungen des Klimawandels basieren auf Helsinki Commission (2007b): Status of implementation of the Water Framework Directive in Lithuanian Surface Waters, Monitoring and Assessment Group Tenth Meeting - Helsinki, Finland, 8-12 October 2007, auf Environmental Protection Agency (EPA) of the Republic of Lithuania, Rationale for the measures of the Programme designed for achieving water protection objectives within the Nemunas River Basin District, Programme of Measures for achieving water protection objectives within the Nemunas River Basin District - Annex 2, http://gamta.lt/files/Programm%20e%20of%20Measures_%20Nemunas.pdf sowie Ščeponavičiūtė, R., Semėnienė, D., (2006): Neris Case Study Report, AquaMoney, Development and Testing of Practical Guidelines for the Assessment of Environmental and Resource Costs and Benefits in the WFD, http://www.ivm.vu.nl/en/Images/D31%20Status%20report%20case%20study%20Neris%20Lithuania_tcm53-188714.pdf.

**verwendete ökonomische
Analysen (inkl. Beispiele)**

Kostendeckungsanalyse:

Die Frage der Kostendeckung wurde für die drei Sektoren Industrie und Landwirtschaft, kommunale Wasserversorgung und Abwasserbehandlung ermittelt. Finanzielle Daten von allen großen Wasserver- und -entsorgungsunternehmen aus dem Teileinzugsgebiet der FGE Memel, wurde zusammengetragen und für jedes Teileinzugsgebiet analysiert. Dabei wurde die Kostendeckungsrate basierend auf den Kosten der Wasserversorgung, dem Wasserpreis, sowie den Kosten für Kanalisation, Kläranlagen und dem Abwasserpreis ermittelt. Umwelt- und Ressourcenkosten sind über den Wasser- / Abwasserpreis durch Steuern und Gebühren für Umweltverschmutzung in der Schätzung enthalten.

Diese Kosten geben nicht die Grenzkosten von Schäden der Umwelt durch Umweltverschmutzung wieder. Da es keine andere Schätzung der Kosten gibt, wurde in der Analyse zur Kostendeckung die Annahme gemacht, dass die Steuern auf die natürlichen Ressourcen und Gebühren für Umweltverschmutzung die Ressourcenkosten widerspiegeln.

Kosten-Wirksamkeits-Analyse:

Das Maßnahmenprogramm sieht die kostengünstigsten Maßnahmen für Punktquellen, diffuse Quellen und zur Reduzierung hydro-morphologischer Veränderungen vor. Die Maßnahmen wurden nur für bestimmte Standorte, unter Berücksichtigung ihrer Merkmale, ausgewählt.

Die Maßnahmen für Punktquellen wurden für jede der 13 Siedlungen der Unter-Flussgebietseinheiten individuell ausgewählt. Für jede Siedlung wurde die beste technologische Lösung, basierend auf den jeweiligen Gewässergütezielen des Abwassers identifiziert.

Für den Landwirtschaftssektor wurden die Kosten der potenziellen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Reduzierung von Stickstoff und Phosphat verglichen. Anschließend wurden für alle landwirtschaftlich genutzten Flächen die priorisierten Maßnahmen unter Berücksichtigung der Kosteneffektivität identifiziert. Darüber hinaus wurde auch die Akzeptanz der die Maßnahmen umsetzenden Landwirte in der Analyse berücksichtigt. Die Entscheidung der technologisch geeignetsten Maßnahmen zur Reduzierung hydro-morphologischer Veränderungen basiert auf der Einschätzung beteiligter Ökologen und Ingenieure.

Ein Beispiel der geplanten Umsetzung der Maßnahmenprogramme des Nemunas Small Tributaries Sub-basin zeigt folgende Kosten auf:

- um Auswirkungen der Punktquellenverschmutzung durch Renovierung und Neubau von Abwasserreinigungsanlagen zu mindern: 2.000.000 LTL (Euro 579.200),
- um diffuse Verschmutzung durch Düngbewirtschaftung und N-Reduktion zu mindern: 3 836 253 LTL (Euro 1.110.978),
- zur Verbesserung des hydromorphologischen Zustandes durch den Bau von Fischaufstiegen: 300 000 LTL (Euro 86.880) für die Verbesserung der Fisch-Migration, 5,3 Millionen LTL (Euro 1.534.880) für den Ersatz von Wasserkraft-Turbinen,
- für die Vermeidung von Auswirkungen der hydromorphologischen Änderungen: 1 200 000 LTL (Euro 347.520).

Die Gesamtkosten für alle Unterbereiche des Nemunas Flusseinzugsgebiets für das maximum scenario der Umsetzung aller Mindest- und Zusatzmaßnahmen pro Jahr sind 28 070 000 LTL (Euro 8.129.072).

gliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit¹⁰⁰

Im Rahmen eines gegenwärtig laufenden UNECE-geförderten Projektes „Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change“¹⁰¹ werden die folgenden klimatischen Veränderungen für den litauischen Teil der FGE Nemunas erwartet¹⁰²:

- Anstieg der Lufttemperatur um bis zu 2 °C im Winter und bis zu 1 °C in den übrigen Jahreszeiten,
- Zunahme der Niederschläge im Herbst und Winter, unveränderte Mengen im Sommer,
- Zunahme der jährlichen Niederschlagshöhe von 2 – 3 Millimeter auf 25 – 35 Millimeter.

Nach einer Studie von Korneev (2011b) ergeben sich daraus die folgenden Auswirkungen in der FGE Nemunas:

- Veränderung des Hochwasser-Stands: Für einen Großteil der westlichen und zentralen FGE Nemunas (nur Litauen) wurde für 2020 im Vergleich zu heute ein niedrigerer Hochwasserstand prognostiziert.
- Temperatur-Anstieg der Wasserkörper: Im Sommer führen erhöhte Außentemperaturen zu einer erhöhten Wassertemperatur.
- Eisbedeckung: Aufgrund des prognostizierten Temperaturanstiegs wird es als wahrscheinlich angesehen, dass die Eisbedeckung der Seen räumlich und zeitlich verringert sein wird.
- Dürre: Es wird erwartet, dass die Wahrscheinlichkeit von Dürren in den nächsten zwölf Jahren ansteigt. Eine Vorläufige Prognose zeigt, dass ein Anstieg von 20-25 % an Trockenmonaten zu erwarten ist. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte dafür, dass die Dürre in Litauen erhebliche Auswirkungen auf Wasserkörper, sowie den Durchfluss von Flüssen haben wird.
- Wasserqualität: Die genannten Änderungen wirken sich negativ auf Eutrophierungsprozesse und dadurch auf die Wasserqualität aus. Es werden eine höhere Primärproduktion, intensivere Denitrifikation, sowie erhöhte Phosphor- und Stickstoff-Konzentrationen erwartet.

Im FGE Memel fand ein Pilot-Projekt zur Bewirtschaftung der FGE und Klimaanpassung statt. Das übergeordnete Ziel des Projekts ist die integrierte Bewirtschaftung der FGE und die Verbesserung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit der drei Memel-Anrainerstaaten Weißrussland, Litauen und Russland in Zeiten des Klimawandels. Die Studie ergab, dass die Vulnerabilität der Wasserressourcen gegenüber dem Klimawandel durch natürliche Faktoren bestimmt wird, beispielsweise die Lage der FGE sowie meteorologische, hydrologische und hydromorphologische Eigenschaften, aber auch durch die intensive Wassernutzung in der FGE. Niedrigwasser-Perioden und Überschwemmungen sind typisch für die FGE Memel. Klimaprojektionen für die gesamte FGE sind unter Verwendung des CCLM-Modells geplant.

¹⁰⁰ Die Angaben zu den möglichen Klimawandelauswirkungen basieren auf Korneev, V. (2011b): Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change, Baseline Study Report, Central Research Institute for Complex Use of Water Resources, in the framework of the UNECE Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes Environment and Security Initiative (ENVSEC). URL http://www1.unece.org/ehlm/platform/download/attachments/25133069/Report_Neman_Baseline_Study_English_Version_final.pdf

¹⁰¹ United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)-Projekt mit Laufzeit Juni 2010 bis Dezember 2012. Siehe <http://www1.unece.org/ehlm/platform/display/ClimateChange/Neman>.

¹⁰² Korneev, V. (2011a): Management of the Neman River basin with account of adaptation to climate change. Progress of the pilot project since February 2011, <http://www1.unece.org/ehlm/platform/download/attachments/24707075/Neman.pdf>.

<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Eine explizite Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen ist nicht zu erkennen.</p> <p>In Litauen soll bis 2012 eine Klimastrategie, einschließlich Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Minimierung der CO₂-Emissionen nach Sektoren, sowie einem Plan zur Umsetzung der Maßnahmen bis 2013 entwickelt werden. Außerdem soll ein spezielles Programm für den Klimawandel eingerichtet werden, bei dem die Erlöse aus dem Verkauf verschiedener Kohlenstoff-Emissionen (EUA, AAU und andere) für Umweltprojekte verwendet werden müssen, einschließlich Projekten zur Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen.</p> <p>Im Bezug auf Wasser zielt die Klimastrategie darauf ab den Anstieg des Meeresspiegels sowie Auswirkungen extremer Wetterbedingungen an der Baltischen Küste zu mindern. Zu diesem Zweck soll ein integrierter Küstenzonen-Bewirtschaftungsplan entwickelt werden.</p> <p>In aktuellen Prognosen werden klimatische Faktoren nur wenig berücksichtigt, und sie werden für die Erreichung der Ziele des Gewässerschutzes nicht als maßgeblich eingestuft. In der Zukunft (nach 2020) erwartet Litauen intensivere Prozesse des Klimawandels.</p>
<p>Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen</p>	<p>Nicht thematisiert</p>

8.2.10 Bewirtschaftungsplan für das Venta River Basin District (Litauen)

Tabelle 28: Steckbrief für den Bewirtschaftungsplan Venta River Basin District ¹⁰³

Name der Flussgebietseinheit: Venta (Litauen)	
Lage der Flussgebietseinheit (Land, Küstennähe etc.)	Das Einzugsgebiet Venta umfasst die Litauischen Abschnitte der Venta, Bartuva und Šventojiriver. Ein unterer Bereich der Venta und Teile seines Einzugsgebiets befinden sich auf lettischem Staatsgebiet.
Größe der Flussgebiets-einheit (km ²)	6.278,3 km ² ¹⁰⁴ bzw. 11.800 km ² (7900 km ² in Lettland und 3.900 km ² in Litauen) ¹⁰⁵
Beteiligte Anrainer (andere Länder/Mitgliedsstaaten?)	Lettland
Bewirtschaftungsplan Zeitrahmen (von bis)	2010 – 2015
Zuständige Behörde	Umweltschutzbehörde (Litauen)
Gewässergüte-Ziele	<p>Um die gesetzlichen Anforderungen in Bezug auf den Gewässerschutz zu erfüllen, muss Litauen bis 2015 einen guten Ökologischen Status für alle litauischen Gewässer vorweisen können.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1. Ziel: "Verbesserung der Qualität der Oberflächengewässer und Aufrechterhaltung des bestehenden Zustands". - 2. Ziel: "Gesteigertes Bewusstsein in Bezug auf Flussbewirtschaftungsmaßnahmen und die natürlichen Werte der Venta". Dieses Ziel wird mithilfe einer breiten Öffentlichkeitskampagne sowie dem gezielten Training von kommunalen Verantwortlichen und Experten zum Thema Flussbewirtschaftung umgesetzt. Eine andere Maßnahme ist der Einsatz von Freiwilligen im Bereich Fischmonitoring und Gewässerrekultivierung/-säuberung. - 3. Unterziel: "Stärkung grenzüberschreitender Kooperation (Lettland – Litauen), Erfahrungsaustausch und gemeinsamen Lösungen für die Verbesserung der Wasserqualität im Venta-Einzugsbereich".
Stand der Umsetzung	<p>Maßnahmenprogramme zur Verbesserung des Gewässerzustandes innerhalb einer FEG sind eine Säule der Flussbewirtschaftungspläne.</p> <p>Zuerst wurden alle verfügbaren Informationen zu den geplanten Maßnahmen gegen Wasserverschmutzung sowie Daten zur Wasserqualität und Modellierungsergebnisse ausgewertet. Im Anschluss konnten die Gewässer bestimmt werden, die auch nach der Durchführung der Hauptmaßnahmen (d.h. der Auflagen, die in der grundlegenden Richtlinie festgelegt sind) keinen guten Ökologischen Status aufweisen werden. Um den Zustand dieser Oberflächengewässer – womöglich –</p>

¹⁰³ Die Angaben im Steckbrief basieren auf Helsinki Commission (2007b): Status of implementation of the Water Framework Directive in Lithuanian Surface Waters, Monitoring and Assessment Group Tenth Meeting - Helsinki, Finland, 8-12 October 2007 und Environmental Protection Agency (EPA) of the Republic of Lithuania, Rational for the measures of the Programme designed for achieving water protection objectives within the Nemunas River Basin District, Programme of Measures for achieving water protection objectives within the Nemunas River Basin District - Annex 2, <http://gamta.lt/files/Programm%20e%20of%20Measures%20Nemunas.pdf> sowie Ščeponavičiūtė, R., Semėnienė, D., (2006): Neris Case Study Report, AquaMoney, Development and Testing of Practical Guidelines for the Assessment of Environmental and Resource Costs and Benefits in the WFD, http://www.ivm.vu.nl/en/Images/D31%20Status%20report%20case%20study%20Neris%20Lithuania_tcm53-188714.pdf.

¹⁰⁴ Government of the Republic of Lithuania (2010a): Venta River Basin District Management Plan, <http://vanduo.gamta.lt/files/Venta%20river%20management%20plan.pdf>.

¹⁰⁵ Live Venta, http://www.latlit.eu/eng/running_projects/liiii164_live_venta, eingesehen 27.02.2012.

	<p>zu verbessern, wurden ergänzende Maßnahmen vorgeschlagen. Dabei wurde die Effizienz sowohl von ökologischer als auch ökonomischer Seite beleuchtet. Ein integriertes Maßnahmenprogramm setzt sich aus bestimmten Maßnahmen oder Studien zusammen, die der Auswahl von Ergänzungsmaßnahmen in späteren Phasen dienen.¹⁰⁶</p> <p>Zwar wurden im Rahmen der "Live-Venta"-Projektkooperation zwischen Litauen und Lettland zum Schutz des Venta-Einzugsgebiets bereits nationale Flussbewirtschaftungspläne erarbeitet, ein Planungsdokument für gemeinsame lettisch-litauische Aktivitäten liegt bisher jedoch nicht vor (z.B. gemeinsame Überwachung, Datenaustausch).¹⁰⁷</p>
<p>Verwendete ökonomische Analysen (inkl. Beispiele)</p>	<p><u>Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit</u></p> <p>Zum Thema Zahlungsbereitschaft sind zwei Studien durchgeführt worden. Dabei wurde herausgefunden, dass ein statistisch verlässlicher, monatlicher Betrag, den die Befragten im Nevžis-Einzugsgebiet bereit wären zu zahlen, bei LTL 1,85 pro Haushalt liegen würde (einschließlich der Haushalte, die gar nicht bereit waren, etwas zu zahlen). Diese Studie wurde 2007 durchgeführt.</p> <p>Im Neris-Untereinzugsgebiet lag der Betrag, der durchschnittlich pro Haushalt für die Verbesserung der Wasserqualität gezahlt werden würde, bei LTL 40,51 (Euro 11,70)/Jahr bzw. LTL 3,38 (Euro 0,98)/Monat. Wird dieses Ziel um die Wiederherstellung des natürlichen Flusslaufs ergänzt, steigert sich der Betrag auf LTL 48,18 (Euro 13,95)/Jahr bzw. LTL 4,01 (Euro 1,16)/Monat. Im ersten Fall umfasst der Betrag ca. 0,29 %, im zweiten Fall ca. 0,36 % des Einkommens der untersuchten Haushalte.</p> <p>Sofern Zahlungsbereitschaft vorhanden war, lagen die Zahlungen für die Verbesserung der Wasserqualität und der Wiederherstellung des natürlichen Laufs durchschnittlich bei mehr als 30 % der Wasserrechnungen der Personen. Wenn man bedenkt, dass die Bevölkerungszahl im Venta-Einzugsgebiet bei etwa 190.000 liegt und die Durchschnittsgröße von Haushalten 2,4 Personen beträgt, würden die Einnahmen, die auf Basis besagter Studie berechnet wurden, etwa LTL 320.000 (Euro 92.672)/Monat bzw. LTL 3,8 Millionen (Euro 1,1 Millionen)/Jahr betragen.</p> <p>Mithilfe solcher Berechnungen kann ermittelt werden, wie sehr die Bewohner des RBD-Einzugsgebietes einen guten Ökologischen Zustand von Gewässern wertschätzen.</p> <p>Die Frage, ob die Kosten einer Maßnahme unverhältnismäßig hoch sind und damit Ausnahmen rechtfertigen, stellt eine politische Frage dar, die mithilfe von ökonomischen Informationen beantwortet werden muss. Das Prinzip unverhältnismäßig hoher Kosten war in keinem Fall der Fristverlängerung im Venta-Einzugsbereich erforderlich: Alle Fristverlängerungen basieren entweder auf den vorgenannten technischen Unsicherheiten oder auf negativen öffentlichen Einstellungen (Akzeptanz) gegenüber der Durchführung solcher Maßnahmen bis 2015.¹⁰⁸</p>
	<p>Für die FGE Venta wurden Klimavorhersagen anhand einer Analyse der Klimaveränderungen während der ersten zwei Jahrzehnte des 21. Jahrhunderts entwickelt:</p>

¹⁰⁶ Government of the Republic of Lithuania (2010a).

¹⁰⁷ Live Venta, http://www.latlit.eu/eng/running_projects/IIiii164_live_venta, eingesehen am 27.02.2012.

¹⁰⁸ Government of the Republic of Lithuania (2010b): Rationale for the Programme of Measures for Achieving Water Protection Objectives within the Venta River Basin District, 2010.

<p>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Flussgebietseinheit</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Temperatur wird während aller Jahreszeiten steigen – bis 1,5 °C im Winter und Frühling, bis zu 1°C in der übrigen Jahreszeiten . - Abnahme der jährliche Niederschlagsmenge in Litauen zwischen 2001 und 2010, Anstieg zwischen 2011 und 2020 - Bis 2020 gibt es keine Hinweise auf größere klimabedingte Veränderungen des durchschnittlichen, jährlichen Flussablaufs, auch nicht während einzelner Jahreszeiten oder Monate. - Geringfügig früheres Einsetzen der Frühlingsfluten im Jahr 2020 in den meisten Flüssen des Venta-Einzugsgebiets; die Fluten werden früher beginnen und somit länger dauern, da sie zum selben Zeitpunkt wie heute enden. - Häufigeres Auftreten klimabedingt ungewöhnlich hoher Winterfluten (beginnend im Herbst, bis zu den Frühlingsfluten andauernd) in 2020 - stabiler Grundwasserfluss im Venta-Einzugsgebiet bis 2020 - verstärkte Tendenz zu regelmäßigeren, ausgedehnteren und intensiveren Dürreperioden beobachtet werden; besonders 2002 und 2006 waren die Dürren stark und langanhaltend. <p>Die Prognosemodelle zeigen deutlich, dass in Zukunft bedeutende Klimaveränderungen auftreten werden. Trotzdem haben die Klimaveränderungen, die bis 2020 vorhergesagt wurden, wahrscheinlich keinen signifikanten Einfluss auf den Wasserhaushalt, das Abflussregime und die Wasserqualität und werden deshalb der Verwirklichung von Wasserschutzzielen zu diesem Zeitpunkt nicht im Weg stehen.¹⁰⁹</p>
<p>Integration/Einbeziehung von Aspekten des Klimawandels in die ökonomischen Analysen</p>	<p>Eine explizite Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen ist nicht zu erkennen.</p> <p>Die Forschungen der Universität Vilnius haben Modellierungen zur Vorhersage von klimawandelbedingten Umweltbelastungen eingesetzt, die in die ökonomische Modellierung integriert werden können. Mithilfe des WatBal-Wasserhaushaltsmodells bestimmt es den Einfluss möglicher Klimaveränderungen des 21. Jahrhunderts auf die Struktur litauischer Gewässer. Die Ergebnisse der allgemeinen Zirkulationsmodelle ECHAM4 und GDFL-R30 sowie die A2- und B2-Emissionsszenarios wurden ausgewählt, um die Veränderungen des litauischen Wasserhaushalts abzuschätzen.</p> <p>Die Modellresultate zeigen Veränderungen des Wasserabflusses und der räumlichen Abflussverteilung in Litauen. Relative Veränderungen des Wasserhaushalts wurden in 50 Flüssen bestimmt, indem die vorhergesagten Veränderungen mit dem langfristigen Durchschnitt verglichen wurden. Dabei zeigt die Analyse, dass der jährliche Abfluss litauischer Gewässer während des 21. Jahrhunderts leicht ansteigen wird.</p> <p>Die Mehrzahl der Kalkulationen hat darüber hinaus ergeben, dass der Frühjahrsabfluss abnehmen und sich Richtung Winter verschieben wird (von April zu März / Februar). Während warmer Jahreszeiten wird der Abfluss zunehmen.¹¹⁰</p>
<p>Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen</p>	<p>Nicht thematisiert</p>

¹⁰⁹ Government of the Republic of Lithuania (2010a).

¹¹⁰ Kilkus, K., Andrius Štaras, Egidijus Rimkus, Gintaras Valiuškevičius (2006): Changes in Water Balance Structure of Lithuanian Rivers under Different Climate Change Scenarios Vilnius University, Department of Hydrology and Climatology <http://apini.ktu.edu/lt/Zurnalas/Straipsniai/36/01-K.Kilkus.pdf>.

9 Anhang II – Glossar

Begriff	Begriffsklärung
Abundanz	Anzahl der Individuen einer Art, bezogen auf ihr Siedlungsgebiet
Ästuar	Flussmündung
autökologisch	Wechselwirkungen zwischen einer einzigen Art und ihrer Umwelt, z.B. werden Folgen einzelner oder einer Kombination von Umweltfaktoren wie Nahrung, Feuchtigkeit, etc. auf ein einzelnes Lebewesen untersucht.
Biozönose	Gemeinschaft von Organismen verschiedener Arten in einem abgrenzbaren Lebensraum
CIS Gruppe WATECO	Arbeitsgruppe der Common Implementation Strategy der WRRL zu "Water Economics" (WATECO)
CIS Gruppe DG ECO 2	Arbeitsgruppe der Common Implementation Strategy der WRRL: Drafting Group (DG) ECO 2 zur Bewertung von Umwelt- und Ressourcenkosten
Copepoden	Ruderfußkrebse
Cyanobakterien	früher: Blau-Grün-Algen bzw. Blaualgen
Diatomeen	Kieselalgen
Epirithral	Lebensraum der Gewässeroberläufe, obere Forellenregion
eurytherm	Bezeichnung für Organismen, die in einem weiten Temperaturbereich existieren können
Eutrophierung	Anreicherung von Gewässern mit Nährstoffen
kaltstenotherm	Bezeichnung für Organismen, die nur in einem engen Bereich relativ niedriger Temperatur existieren können
Limnofauna	Gewässerfauna
Makrozoobenthos	mit bloßem Auge erkennbare wirbellose Tiere des Gewässerbodens
phänotypische Variabilität	ein- und dasselbe Merkmal eines Individuums kann bei verschiedenen Individuen zu verschiedenen Erscheinungsbildern führen
Phytoplankton	Sammelbegriff für im Wasser treibende Organismen, die Photosynthese betreiben; Wichtige Gruppen sind Kieselalgen, Grünalgen, Goldalgen, Dinoflagellaten und Cyanobakterien.
r-Strategen	r-Strategen sind Arten, die im Gegensatz zu K-Strategen bei der Fortpflanzung eine hohe Reproduktionsrate (r) aufweisen.
Rheophile Arten	Arten, die in strömendem Wasser leben (strömungsliebend)
warmstenotherm	Bezeichnung für Organismen, die nur in einem engen Bereich relativ hoher Temperatur existieren können
Zooplankton	Gesamtheit der im Wasser schwebenden, nicht photosynthesetreibenden Organismen

Impressum

Herausgeber

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH
Pfalzburger Str. 43/44
10717 Berlin
www.ecologic.eu

Inhalt erstellt durch:

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH
Pfalzburger Str. 43/44
10717 Berlin
www.ecologic.eu

Web

<http://www.klimzug-radost.de>

Bilder Titelseite:

Links: Schellbruch/Trave, Schleswig-Holstein
(*Günter Klug, Wikimedia Commons, lizenziert unter CC BY-SA 2.5,*
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/legalcode>)

Mitte: Ostpeene zwischen Gielow und Malchin, Mecklenburg-Vorpommern
(*Wikimedia Commons, Autor: Botaurus stellaris {PD-user}*)

Rechts: Peene zwischen Aalbude und Demmin, Mecklenburg-Vorpommern
(*Patrice77, Wikimedia Commons, lizenziert unter CC BY-SA 2.5,*
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/legalcode>)

ISSN 2192-3140

Das Projekt „Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste“ (RADOST) wird im Rahmen der Maßnahme „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ (KLIMZUG) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung